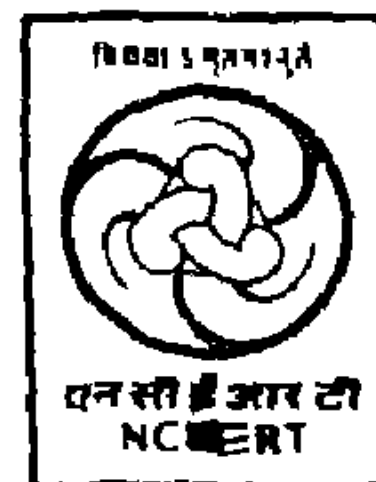
पढ़ें और सीखें योजना

जैव-तकनीक
(बायोटेक्नोलॉजी)

राज कुमार बंसल

विभागीय सहयोग

राम दुलार शुक्ल

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद्

NATIONAL COUNCIL OF EDUCATIONAL RESEARCH AND TRAINING

प्राक्कथन

विद्यालय शिक्षा के सभी स्तरों के लिए अच्छे शिक्षाक्रम, पाठ्यक्रमों और पाठ्यपुस्तकों के निर्माण की दिशा में हमारी परिषद् पिछले पच्चीस वर्षों से कार्य कर रही है। हमारे कार्य का प्रभाव भारत के सभी राज्यों और संघ शासित प्रदेशों में प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रूप से पड़ा है और इस पर परिषद् के कार्यकर्ता संतोष का अनुभव कर सकते हैं।

किंतु हमने देखा है कि अच्छे पाठ्यक्रम और अच्छी पाठ्यपुस्तकों के बावजूद हमारे विद्यार्थियों की रुचि स्वतः पढ़ने की ओर अधिक नहीं बढ़ती। इसका एक मुख्य कारण अवश्य ही हमारी दूषित परीक्षा-प्रणाली है जिसमें पाठ्यपुस्तकों में दिए गए ज्ञान की ही परीक्षा ली जाती है। इस कारण बहुत ही कम विद्यालयों में कोर्स के बाहर की पुस्तकों को पढ़ने के लिए प्रोत्साहन दिया जाता है। लेकिन अतिरिक्त पठन में बच्चों की रुचि न होने का एक बड़ा कारण यह भी है कि विभिन्न आयुवर्ग के बालकों के लिए कम मूल्य की अच्छी पुस्तकें पर्याप्त मात्रा में उपलब्ध भी नहीं हैं। यद्यपि पिछले कुछ वर्षों में इस कमी को पूरा करने के लिए कुछ काम प्रारंभ हुआ है पर वह बहुत ही नाकाफ़ी है।

इस दृष्टि से परिषद् ने बच्चों की पुस्तकों के लेखन की दिशा में एक महत्वाकांक्षी योजना प्रारंभ की है। इसके अंतर्गत ''पढ़ें और सीखें'' शीर्षक से एक पुस्तकमाला तैयार करने का विचार है जिसमें विभिन्न आयुवर्ग के बच्चों के लिए सरल भाषा और रोचक शैली में अनेक

विषयों पर बड़ी संख्या में पुस्तकें तैयार की जाएंगी। हम आशा करते हैं कि बहुत शीघ्र ही हिन्दी में हम निम्नलिखित विषयों पर 50 पुस्तकें प्रकाशित कर सकेंगे।

(क) शिशुओं के लिए पुस्तकें
(ख) कथा साहित्य
(ग) जीवनियाँ
(घ) देश-विदेश परिचय
(ङ) सांस्कृतिक विषय
(च) वैज्ञानिक विषय
(छ) सामाजिक विज्ञान के विषय

इन पुस्तकों के निर्माण में हम प्रसिद्ध लेखकों, वैज्ञानिकों, अनुभवी अध्यापकों और योग्य कलाकारों का सहयोग ले रहे हैं। प्रत्येक पुस्तक के प्रारूप पर भाषा, शैली और विषय-विवेचन की दृष्टि से सामूहिक विचार करके उसे अंतिम रूप दिया जाता है।

परिषद् इस माला की पुस्तकों को लागत-मूल्य पर ही प्रकाशित कर रही है ताकि ये देश के हर कोने में पहुंच सकें। भविष्य में इन पुस्तकों को अन्य भारतीय भाषाओं में अनुवाद कराने की भी योजना है।

हम आशा करते हैं कि शिक्षाक्रम, पाठ्यक्रम और पाठ्यपुस्तकों के क्षेत्र में किए गए कार्य की भांति ही परिषद् की इस योजना का भी व्यापक स्वागत होगा।

प्रस्तुत पुस्तक 'जैव-तकनीक' (बायोटेक्नोलॉजी) के लेखन के लिए डा. राजकुमार बंसल ने हमारा निमंत्रण स्वीकार किया जिसके लिए हम उनके अत्यंत आभारी हैं। जिन-जिन विद्वानों, अध्यापकों और कलाकारों से इस पुस्तक को अंतिम रूप देने में हमें सहयोग मिला है उनके प्रति मैं कृतज्ञता ज्ञापित करता हूं।

हिन्दी में "पढ़ें और सीखें" पुस्तक माला की यह योजना प्रो. अनिल विद्यालंकार (अवकाश प्राप्त) के मार्ग-दर्शन में चल रही थी। उनके सहयोगियों में श्रीमती संयुक्ता लूदरा, डा. रामजन्म शर्मा, डा. सुरेश पांडेय सक्रिय सहयोग दे रहे हैं।

इस योजना में विज्ञान की पुस्तकों के लेखन का मार्ग-दर्शन दिल्ली विश्वविद्यालय के भूतपूर्व कुलपति और राजस्थान विश्वविद्यालय में वर्तमान प्रोफेसर-एमेरिटस डा. रामचरण मेहरोत्रा कर रहे हैं। विज्ञान की पुस्तकों के लेखन के संयोजन और अंतिम संपादन आदि का दायित्व हमारे विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग के प्रो. राम दुलार शुक्ल वहन कर रहे हैं।

मैं डा. रामचरण मेहरोत्रा को और अपने सभी सहयोगियों को हार्दिक धन्यवाद और बधाई देता हूं।

इन पुस्तकों को इतने अच्छे ढंग से प्रकाशित करने के लिए मैं परिषद् के प्रकाशन विभाग के अध्यक्ष और कार्यकर्ताओं, विशेषकर विभागाध्यक्ष श्री सी. एन. राव और मुख्य संपादक श्री प्रभाकर द्विवेदी को हार्दिक धन्यवाद देता हूं।

इस माला की पुस्तकों पर बच्चों, अध्यापकों और बच्चो के माता-पिता की प्रतिक्रिया का हम स्वागत करेंगे ताकि इन पुस्तकों को और भी उपयोगी बनाने में हमें सहयोग मिल सके।

पी. एल. मल्होत्रा
निदेशक
राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान
और प्रशिक्षण परिषद्

नई दिल्ली

आभार

अखिल भारतीय आयुर्विज्ञान संस्थान के बायोटेक्नोलोजी विभाग की सुश्री प्रो. इन्दिरा नाथ एवं उनके सहयोगियों के प्रति हम आभार प्रगट करते हैं जिन्होंने आवरण के लिए प्रयुक्त स्लाइड के लिए सामग्री अपनी प्रयोगशाला से उपलब्ध कराई। बायोटेक्नोलोजी विभाग (भारत सरकार), नई दिल्ली के प्रो. एच. के श्रीवास्तव एवं उनके सहयोगियों के प्रति भी हम आभारी है जिन्होंने पुस्तक के पिछले आवरण के चित्र के लिए उपयोगी सामग्री प्रदान की।

आवरण-चित्र परिचय

आवरण मुखपृष्ठ पर दी गई ऊपरी फोटो अनुवांशिक इंजीनियरी में प्रयुक्त होने वाले विविध पदों को प्रदर्शित करती है। इकोलाई का बैक्टीरियल उपनिवेश जिसमे प्लास्मिड में लगे विजातीय डी.एन.ए. संनिहित हैं, पेट्रीडिश मे उगाया जाता है। इसमें से डी.एन ए रेस्ट्रिक्शन एन्जाइम द्वारा काटा गया है और अगरोज जेल पर इलेक्ट्रोफोरसिस द्वारा अलग किया गया है जिनके प्रतिदीप्त बैण्ड इथीडियम ब्रोमाइड रंजक के प्रयोग से देखे जा सकते हैं (**चित्र में काला आयताकार भाग**)। रेडियोलैबल्ड न्यूक्लियोटाइड के प्रयोग से डी.एन.ए., जो एक्स-रे फिल्म की लम्बी पट्टी पर एक सीढ़ी की शक्ल का आता है, के अनुक्रम को पढ़ा जा सकता है। जी.ए.टी.सी. (GATC) का अनुक्रम बाये से दायें पढ़ा जा सकता है, जैसे कोई सीढ़ी के निचले डडे से ऊपरी डंडे पर चढ़ता है।

आवरण मुख पृष्ठ के निचले भाग में दी गई फोटो रेस्ट्रिक्शन एन्जाइम से काटे गये डी एन ए. प्रतिदर्श का अगरोज जेल में डालकर की गई इलेक्ट्रोफोरेसिस को दर्शाती है। इस अगरोज जेल को इथीडियम ब्रोमाइड (**जो डी.एन.ए. से बंध जाता हे**) से अभिरंजित किए जाने पर पराबैगनी प्रकाश के साथ लाल प्रतिदीप्ति देता है।

पिछले आवरण पर

कांच की बोतल मे बांस का गुणन (**उतक संवर्धन**)।

दो शब्द

राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसंधान और प्रशिक्षण परिषद् (एन. सी. ई. आर. टी.) की ''पढ़े और सीखें'' योजना के अंतर्गत यह एक छोटा सा प्रयास है। जब परिषद् के प्रगतिशील निदेशक डा. पी. एल. मल्होत्रा ने मुझे इस दिशा में विज्ञान के विषयों का कार्यभार संभालने के लिए आमंत्रित किया तो अपने वैज्ञानिक मित्रों की अतिव्यस्तता के कारण यह उत्तरदायित्व स्वीकार करने में मुझे संकोच था।

इस दिशा में मेरा प्रयास रहा है कि विज्ञान के विभिन्न विषयों के जाने-माने विद्वानों को इस सराहनीय कार्य के लिए आकर्षित कर सकूं। खोज और अनुसंधान की आनंदपूर्ण अनुभूतियों वाले वैज्ञानिक ही अपने आनंद की एक झलक बच्चों तक पहुंचा सकते हैं। मैं उनका हृदय से आभारी हूं कि उन्होंने अंकुरित होने वाली पीढ़ी के लिए अपने बहुमूल्य समय में से कुछ क्षण निकालने का प्रयास किया। बालक राष्ट्र की सब से बहुमूल्य और महत्वपूर्ण निधि है। मेरे लिए यह संतोष का अनुभव रहा है कि हमारे इतने लब्धप्रतिष्ठ और अत्यंत व्यस्त वैज्ञानिक बच्चों के लिए ऐसा परिश्रम करने के लिए सहर्ष मान गए हैं। मैं सभी वैज्ञानिक मित्रों के लिए हृदय से आभारी हूं।

इन पुस्तकों की तैयारी में हमारा मुख्य ध्येय रहा है कि विषय ऐसी शैली में प्रस्तुत किया जाए कि बच्चे स्वयं इसकी ओर आकर्षित हों, साथ ही भाषा इतनी सरल हो कि बच्चों को इनके अध्ययन द्वारा विज्ञान के

गूढ़तम रहस्यों को समझने में कोई कठिनाई न हो। इन पुस्तकों के पढ़ने से उनमें अधिक पढ़ने की रुचि पैदा हो, उनके नैसर्गिक कौतूहल में वृद्धि हो जिससे ऐसे कौतूहल और उसके समाधान के लिए स्वप्रयत्न उनके जीवन का एक अंग बन जाए।

यह योजना एन. सी. ई. आर. टी. के वर्तमान निदेशक डा. पी. एल. मल्होत्रा की प्रेरणा से प्रारंभ हुई है। मैं इन्हें इसके लिए बधाई और धन्यवाद देता हूं।

डा. राजकुमार बंसल ने इस पुस्तक को लिखने के लिए मेरा अनुरोध स्वीकार किया जिसके लिए मैं हृदय से आभारी हूं। परिषद् के विज्ञान एवं गणित शिक्षा विभाग के प्रो. राम दुलार शुक्ल विज्ञान की पुस्तकों के लेखन से संबंधित योजना के संयोजक हैं और बहुत परिश्रम और कुशलता से अपना कार्य कर रहे हैं। प्रो. अनिल विद्यालंकार "पढ़ें और सीखें" संपूर्ण योजना के संचालक रहे हैं। वर्तमान विभागाध्यक्ष प्रो. अर्जुन देव योजना को हर सम्भव सहयोग दे रहे हैं। मैं इन सब को हृदय से धन्यवाद देता हूं।

आशा है कि ऐसी पुस्तकों से हमारी नई पीढ़ी के बाल्यकाल ही में वैज्ञानिक मानसिकता का शुभारंभ हो सकेगा और विज्ञान के नवीनतम ज्ञान के साथ ही साथ उन्हें अपने देश की प्रगतियों एवं वैज्ञानिकों के कार्य की झलक मिल सकेगी जिससे उनमें अपने राष्ट्र के प्रति गौरव की भावना का भी सृजन होगा।

रामचरण मेहरोत्रा
अध्यक्ष
"पढे और सीखें योजना" (विज्ञान)

प्रस्तावना

जैव-तकनीक पर एक लघु पुस्तक लिखना एक कठिन कार्य था, क्योंकि जैव-तकनीक की कहानी शर्करा से एथानाल के संश्लेषण से प्रारम्भ होकर क्लोनिंग द्वारा इंसुलिन के संश्लेषण तक पहुंच चुकी है। प्रश्न उठता है, पुस्तक की कहानी कहाँ से प्रारम्भ की जाए? समस्या तब और कठिन हो जाती है जब लेखक पर यह भी बंधन हो कि पुस्तक का आकार छोटा हो तथा उसका स्तर 10वीं से 12वीं कक्षा के विद्यार्थियों से ऊंचा न हो। इन सीमाओं में रहते हुए मैंने विषय को संक्षेप में तथा यथासंभव सरल भाषा में प्रस्तुत करने का प्रयत्न किया है। पुस्तक का उद्देश्य विषय के प्रति जिज्ञासा उत्पन्न करना है न कि समस्त विषय को समझाना। इस उद्देश्य में मैं कहां तक सफल हो पाया हूँ, यह तो पाठकगण ही आँक सकेंगें।

मुझे इस पुस्तक को लिखने की प्रेरणा श्रद्धेय प्रोफेसर रामचरण मेहरोत्रा से मिली। प्रेरणा ही नहीं अपितु समय-समय पर मार्ग-दर्शन भी। उनकी इस सहृदयता के लिए मैं उनका अत्यंत आभारी हूँ।

प्रोफेसर ललित कोठारी ने मुझे न केवल पुस्तक के लिए सामग्री संकलित करने में सहायता प्रदान की, अपितु उन्होंने पूरी पांडुलिपि को पढ़कर उसमें संशोधन हेतु उचित सुझाव भी दिये जिसके लिये मैं उनका हृदय से आभारी हूँ। मुझे डा. (श्रीमती) पुष्पा श्रीवास्तव का भी असीम

सहयोग मिला जिसके लिए मैं उनका कृतज्ञ हूं। मैं प्रोफेसर आर. डी. शुक्ला के प्रति भी आभार प्रकट करता हूं जिनके आग्रह पर ही यह पुस्तक इस रूप में आ पायी।

राजकुमार बंसल
एसोसियेट प्रोफेसर, रसायन विभाग,
राजस्थान विश्वविद्यालय, जयपुर

विषय-सूची

गांधी जी का जन्तर

तुम्हें एक जन्तर देता हूं। जब भी तुम्हें सन्देह हो या तुम्हारा अहम् तुम पर हावी होने लगे, तो यह कसौटी आजमाओ:

जो सबसे गरीब और कमजोर आदमी तुमने देखा हो, उसकी शकल याद करो और अपने दिल से पूछो कि जो कदम उठाने का तुम विचार कर रहे हो, वह उस आदमी के लिए कितना उपयोगी होगा। क्या उससे उसे कुछ लाभ पहुंचेगा? क्या उससे वह अपने ही जीवन और भाग्य पर कुछ काबू रख सकेगा? यानि क्या उससे उन करोड़ों लोगों को स्वराज्य मिल सकेगा जिनके पेट भूखे हैं और आत्मा अतृप्त है?

तब तुम देखोगे कि तुम्हारा सन्देह मिट रहा है और अहम् समाप्त होता जा रहा है।

मो क गांधी

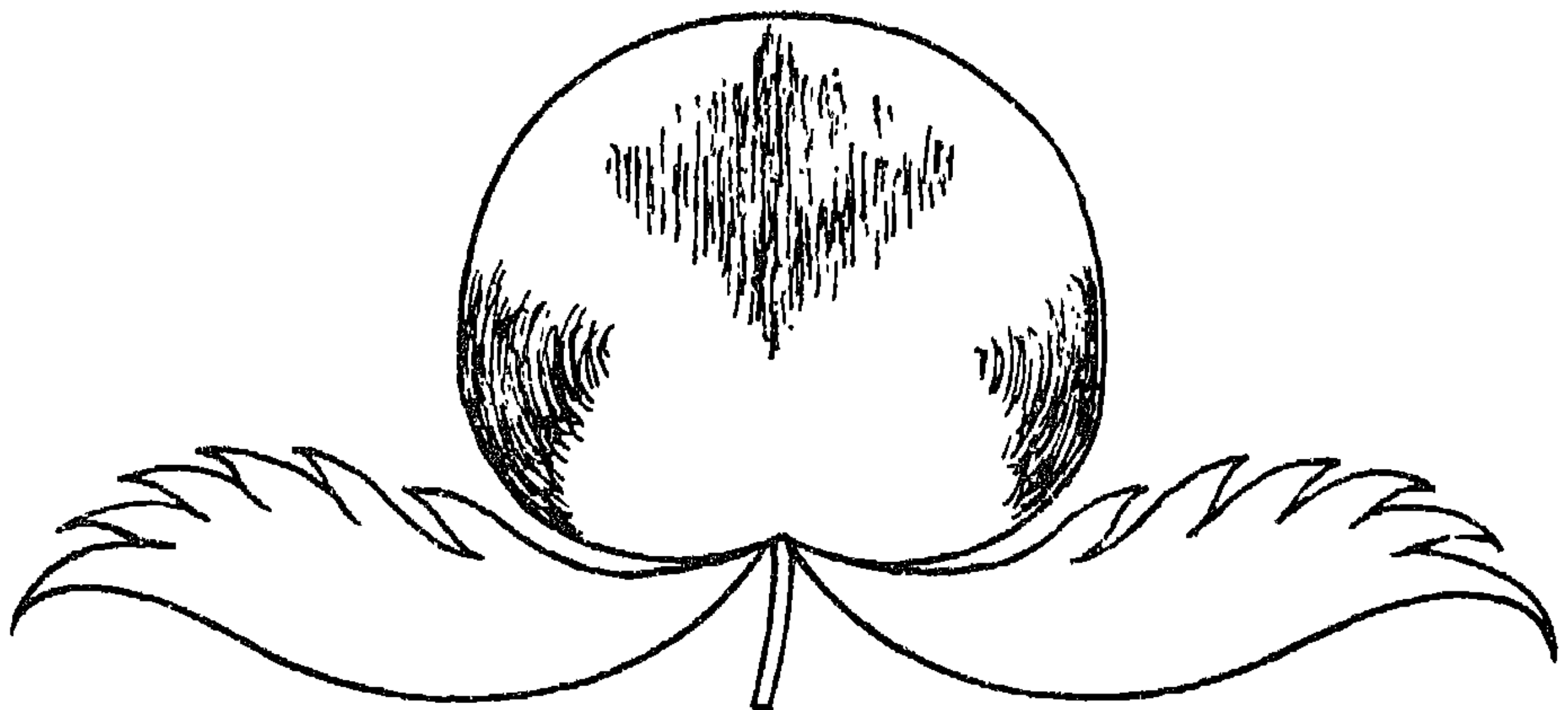
1

विषय प्रवेश

मनुष्य की कल्पना की कोई सीमा नहीं है। जलपरियों, अर्थात् ऐसे जीव जिनका सिर व मुख तो सुन्दर स्त्रियों जैसा हो किन्तु धड़ मछली का, ऐसे प्राणी की कल्पना तो आदिकाल से ही की जाती रही है। बालकथाओं में परियों का वर्णन मिलता है जिनके बारे में कल्पना की जाती है कि वे असीम सुन्दर कन्याएं होती हैं, जिनके पंख भी होते हैं और जो उड़ा कर स्वर्गलोक ले जा सकती हैं। अलादीन के चिराग के बारे में भी हममें से कइयों ने पढ़ा ही होगा जिसके अनुसार चिराग को आज्ञा देते ही जिन्न हाजिर हो जाता है। जिन्न में जहां मनुष्य का दिमाग है वहीं उससे हजारों गुनी ताकत है, जिससे वह कोई भी काम कर सकता है।

इसी प्रकार बालकथाओं में कल्पना की जाती है कि आप स्वप्न में ऐसे उद्यान में पहुंचते हैं जहां पर आपके जाने पहचाने फलों के तो पेड़ हैं हीं, साथ ही अनेक नवीन किस्म के फलों वाले वृक्ष भी हैं। आपकी जो इच्छा हो खाइये।

चित्र 1.1 – एक काल्पनिक जलपरी

वैज्ञानिकों ने साहित्य में वर्णित अनेक कथाओं को केवल कोरी कल्पनाएं नहीं माना बल्कि अपने अथक प्रयत्नों द्वारा प्रारंभ में असंभव प्रतीत होने वाली बहुत सी कल्पनाओं को साकार कर दिया। विचारकों ने पक्षी की तरह हवा में उड़ने की कल्पना की तो वैज्ञानिकों ने वास्तव में हवाई जहाज का विकास कर उस कल्पना को चरितार्थ कर दिया। मुनियों ने दूसरे ग्रहों पर पहुंचने की कल्पना की तो वैज्ञानिकों ने मनुष्य को चन्द्रमा पर तो पहुँचा ही दिया है तथा अन्य ग्रहों पर पहुंचने का प्रयत्न भी वैज्ञानिक कर रहे हैं।

चित्र 1.2 — एक काल्पनिक पंखयुक्त संतरे का फल

वैज्ञानिकों का ध्यान एक अन्य रोचक तथ्य की ओर आकर्षित हुआ कि बच्चे पिता या माता में से किसी एक के पूर्णतः प्रतिरूप नहीं होते, अपितु उनमें दोनों के ही कुछ गुण आते हैं, जैसे यदि माता-पिता की आंखें भूरी हैं तो साधारणतः संतान की आखें भी भूरी होती हैं। इसी

प्रकार यदि माता-पिता के बाल घुंघराले हैं तो सामान्यत: उनके बच्चों के बाल भी घुंघराले होते हैं। यही नहीं, प्रकृति का यह नियम पेड़-पौधों तथा अन्य जीवों पर भी लागू होता है। जैसे आम की गुठली से आम का ही पौधा उत्पन्न होता है न कि सेब का। इसी प्रकार बन्दर एक बन्दर को ही जन्म देता है। वास्तव में, प्रकृति के इस रोचक तथ्य को सर्वप्रथम आस्ट्रिया निवासी ग्रेगर मेंडल नामक पादरी ने सन् 1856 में पहचाना था। उन्होंने अपनी तीक्ष्ण बुद्धि तथा विलक्षण प्रयोगों द्वारा यह सिद्ध कर दिया कि प्रकृति का यह नियम बड़ा ही सुनिश्चित है। इन प्रयोगों के बारे में हम अगले अध्याय में पढ़ेंगे।

जहां एक ओर वैज्ञानिक प्रकृति के इन रहस्यों की तह में जाने का प्रयत्न करता रहा, वहीं यह विचार भी उसके मानस को उद्वेलित करता रहा कि क्या वास्तव में जलपरी या जिन्न को उत्पन्न किया जा सकता है? यहीं से जैव तकनीक की कहानी प्रारंभ होती है।

जैव तकनीक का शाब्दिक अर्थ है–"जैविक–प्रक्रियाओं का उपयोग उन पदार्थों के उत्पादन के लिए करना जिनको औषधियों के रूप में तथा उद्योगों में इस्तेमाल किया जाता है।" इस परिभाषा के अनुसार चलें तो जैव-तकनीक का उपयोग अत्यधिक प्राचीनकाल से होता रहा है। जैसे गन्ने के रस के किण्वन से सिरके को बनाना तथा दूध को जमा कर दही प्राप्त करना। इसी प्रकार कृषि के क्षेत्र में भी दो विभिन्न किस्मों के पौधों के संकरण से बीजों की नई-नई किस्में तैयार करना, आदि। लेकिन पिछले तीन दशकों में वैज्ञानिकों ने अथक परिश्रम द्वारा मनुष्य को उस कगार पर पहुंचा दिया है कि वह इस सदी में नहीं तो अगली सदी में सचमुच की जलपरियाँ उत्पन्न कर सकता है। यह दूसरी बात है कि अनेक सामाजिक व नैतिक बंधनों के कारण शायद

जैव-तकनीक का उपयोग वह इस दिशा में न करे। परन्तु पिछले तीन दशकों में जैव-तकनीक के क्षेत्र में तीव्र गति से कार्य किया गया है जिससे यह लगने लगा है कि आने वाले कुछ ही वर्षों में, शायद वर्तमान सदी में ही, मनुष्य ऐसी अनेक औषधियों व पदार्थों का निर्माण करने लगेगा जिनका उत्पादन या तो असम्भव था या फिर अत्याधिक खर्चीला। उदाहरण के रूप में इंसुलिन नामक हारमोन मनुष्य के रक्त में शर्करा की मात्रा को संतुलित रखता है। परन्तु कुछ मधुमेह के रोगियों के शरीर में यह हारमोन पर्याप्त मात्रा में नहीं बनता और उनको दवा के रूप में यह बाहर से देना पड़ता है। इसका संश्लेषण काफी जटिल होने के कारण यह काफी महंगा था। किन्तु 1982 में जैव-तकनीक द्वारा इंसुलिन को संश्लेषित करने में सफलता प्राप्त हो गई जिसके कारण आशा की जा रही है कि यह निकट भविष्य में आसानी से सुलभ होने लगेगा।

जैव-तकनीक की दृष्टि से 1953 का वर्ष ऐतिहासिक रूप से अत्यंत महत्वपूर्ण है। इस वर्ष डी.एन.ए. (डिआक्सीराइबो न्यूक्लिक एसिड) की संरचना निर्धारित की गई। 25 वर्ष के एक नवयुवक जेम्स वाट्सन द्वारा गत्ते के मॉडल बनाकर डी.एन.ए. की द्विकुंडलीय संरचना को निर्धारित करने की कहानी अत्यंत रोमांचक है जिसके बारे में हम अगले अध्याय में पढ़ेंगें। यही अणु वास्तव में आनुवांशिक गुणों को सन्तान में ले जाता है। फिर 1965 में आर.एन.ए. (राइबो न्यूक्लिक एसिड) का उपयोग परखनली में प्रोटीन संश्लेषण के लिए किया गया। इसी वर्ष भारत में जन्में वैज्ञानिक, नोबेल पुरस्कार विजेता डा. हरगोविन्द खुराना ने डी.एन.ए. में तीन न्यूक्लिओटाइडों द्वारा स्थापित आनुवांशिक कोड ज्ञात किया। 1970 में हैमिल्टन स्मिथ व डेनियल नाथंस ने एक नये एन्जाइम को खोजा जिसकी सहायता से डी.एन.ए. के किसी भाग को

काट कर अलग किया जा सकता है। इस एंजाइम को प्रतिबंध एंजाइम कहते हैं। अब तक लगभग 100 प्रतिबन्ध एंजाइम प्राप्त किये जा चुके हैं।

सन् 1972 में पॉल बर्ग ने एक आश्चर्यजनक प्रयोग किया। उन्होंने दो भिन्न विषाणुओं के डी.एन.ए. अणुओं को संयुक्त कर एक नवीन डी.एन.ए. का निर्माण किया। इस प्रयोग को ही वास्तव में जैव-तकनीक का जन्मदाता कहा जा सकता है क्योंकि इससे असीम सम्भावनाओं का मार्ग खुल गया। सन् 1973 में इस प्रयोग को आगे बढ़ाया स्टेनेले कोहेन व हरबर्ट बोयेर ने, जबकि उन्होंने पुनर्योजक डी.एन.ए. को पोषी बैक्टीरिया में प्रतिस्थापित करने पर देखा कि वह बैक्टीरिया इस नये डी.एन.ए. का निर्माण करने लगा। इस कड़ी में अनेक प्रयोग किये गये और सन् 1982 में पहली बार जैव-तकनीक द्वारा तैयार की गई इन्सुलिन बाजार में ''ह्यूमुलिन'' नाम से बिकने के लिए आ गई।

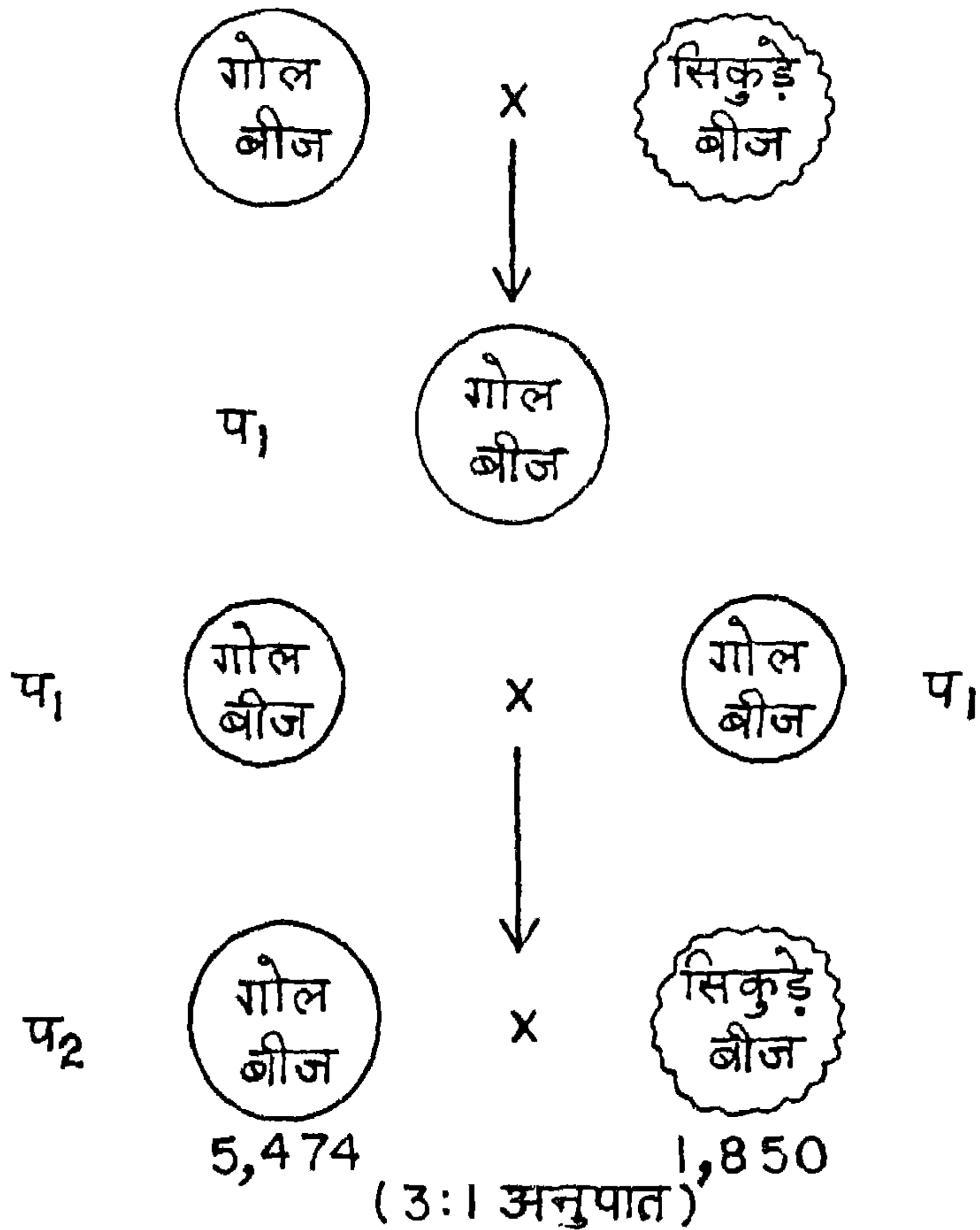
इस प्रकार हम देखते हैं कि जैव-तकनीक की आधुनिक कहानी बहुत पुरानी नहीं है। आगे के कुछ अध्यायों में हम जैव-तकनीक के कुछ मूलभूत सिद्धांतों व प्रायोगिक विधियों को समझने का प्रयत्न करेंगे, वहीं इस तकनीक के महत्व तथा भविष्य की सम्भावनाओं को भी संक्षिप्त रूप से जानेंगे। तो आइये अगले अध्याय में जैव-तकनीक की मूलभूत इकाई ''जीन'' की संरचना को समझने का प्रयत्न करें।

□□□

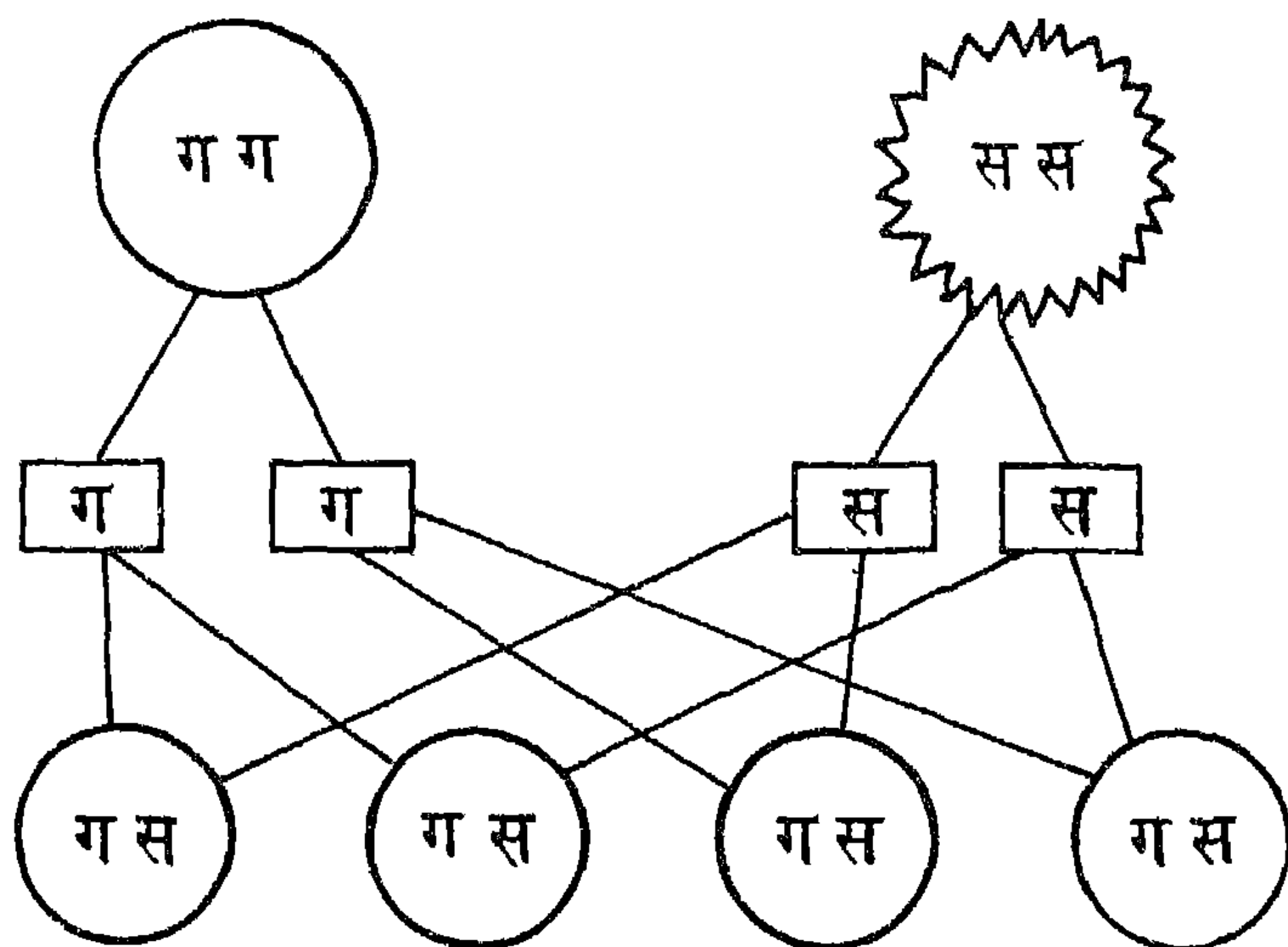
2

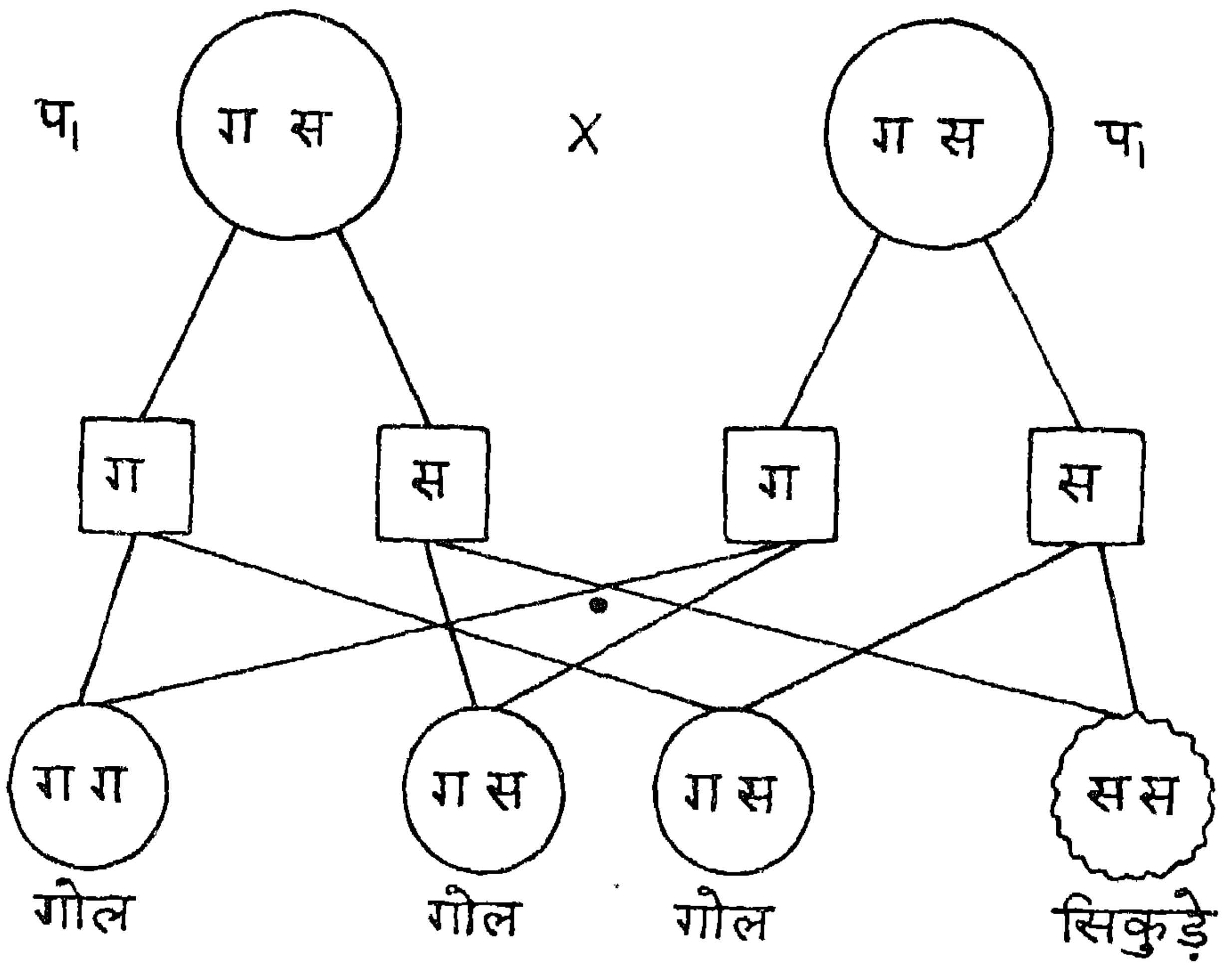
जीन की रासायनिक संरचना

---

19 वीं सदी के मध्य की घटना है। आस्ट्रियाई पादरी, ग्रेगर मेंडल (1822-1884) ने एक परीक्षण करने के लिए मटर की ऐसी दो किस्मों को चुना जो एक दूसरे से कम से कम एक गुण में स्पष्ट रूप से भिन्न थी। एक के बीज गोल थे जबकि दूसरे के सिकुड़े हुए। उन्होंने इन दोनों किस्मों को संकरित करने पर देखा कि संकरित किस्म के सभी बीज गोल थे। इससे यह निष्कर्ष निकाला गया कि ''गोल होना'' एक ऐसा गुण है जो अधिक प्रभावी है अत: प्रथम पीढ़ी में वही गुण प्रकट होता है। इस प्रथम पीढ़ी ($प_1$) के बीजों को उन्होंने पर-निषेचित नहीं किया अपितु स्व-निषेचित होने दिया। जब उन्होंने दूसरी पीढ़ी ($प_2$) के बीज प्राप्त किये तो उनके आश्चर्य का ठिकाना न रहा। इन बीजों में से तीन चौथाई ''गोल'' बीज थे परन्तु एक चौथाई ''सिकुड़े'' हुए बीज थे। इन प्रयोगों को चित्र 2.1 में दर्शाया गया है।

चित्र 2.1 – मेंडल द्वारा मटर के बीजों से किया गया प्रयोग

मेंडल का आविष्कार अद्भुत था। उन्होंने कहा कि उपर्युक्त परिणाम तभी सम्भव है जबकि प्रत्येक जनक-बीज में दो फैक्टर हों, जो

सम्मिलित रूप से कोई विशिष्ट गुण निश्चित करते हैं। (मेंडल ने जिनको फैक्टर कहा, उसी को बाद में जीन कहा गया)। यदि बीज के "गोल" होने का कारण जीन "ग" तथा सिकुड़े हुए होने का कारण जीन "स" मानें तो उपर्युक्त परिणामों को चित्र 2.3 के अनुसार समझाया जा सकता है।

चित्र 2.2–सभी बीज गोल हैं क्योंकि "ग" अधिक प्रभावी जीन है।

बाद में मेंडल ने कुछ अन्य गुण युक्त मटर के बीज लेकर उपर्युक्त संकरण-प्रयोग किये तथा प्रकृति के इस नियम को अत्यधिक सुनिश्चित

चित्र 2.3–प्रथम पीढ़ी (प₁) के बीजों का स्व-निषेचन

तथा क्रमिक पाया। इन प्रयोगों से यह निष्कर्ष निकाला कि "जब गुणकों के दो जोड़ों में संकरण होता है तो जोड़े का प्रत्येक गुणक स्वतंत्र रूप से दूसरे जोड़े के किसी गुणक से संयुक्त हो सकता है।"

बाद में वैज्ञानिकों ने "गुणक" को जीन नाम दिया।

आइये, अब कहानी को पौधों से मनुष्य की ओर बढ़ायें। अक्सर यह देखने में आता है कि बच्चों के नाक-नक्श, रंग रूप व आदतें माता-पिता से मिलती-जुलती होती हैं। परन्तु इसका एक दुखद पहलू

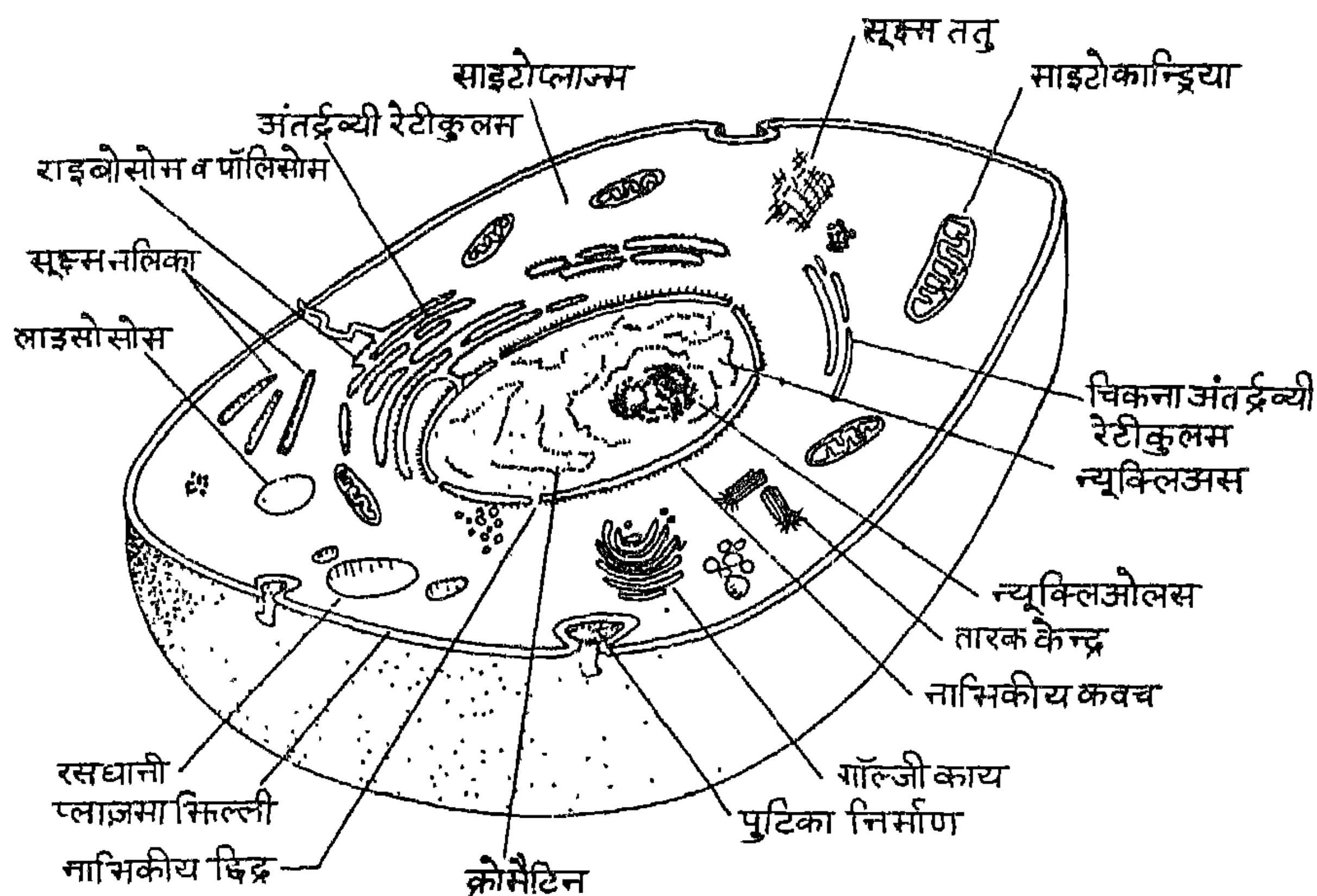
भी है--यदि माता या पिता किसी बीमारी से ग्रस्त हैं तो हो सकता है कि उनकी संतान में भी वह रोग प्रकट हो जाए। ऐसे सब गुणों को आनुवांशिक गुण कहते हैं तथा इस प्रक्रिया को आनुवांशिकी। इस प्रकार जीन ही पूर्वजों से संतान में आनुवांशिक गुण लाते हैं। अब प्रश्न यह उठता है कि जीन आखिर है क्या? क्या इसकी कोई निश्चित रासायनिक संरचना है? जी हां प्रत्येक जीन की एक निश्चित रासायनिक संरचना होती है और प्रत्येक गुण या शारीरिक प्रक्रिया से एक विशिष्ट जीन संबंधित रहता है। यदि किसी की आंखे भूरी हैं तो उसमें एक विशिष्ट जीन उपस्थित है। इसी प्रकार किसी व्यक्ति के घुंघराले बालों का होना भी उसमें एक विशिष्ट जीन की उपस्थिति दर्शाता है। अब यदि यह जीन उसकी सन्तान में पहुंच गया तो संतान के बाल भी घुंघराले हो जायेंगे अन्यथा नहीं। जैसा कि हम आगे पढ़ेंगें बच्चे में कुछ जीन पिता के आते हैं तथा कुछ जीन माता के। यही कारण है कि बच्चा माता या पिता का पूर्णतः प्रतिरूप नहीं होता है अपितु उसमें कुछ अभिलक्षण आ पाते हैं। अन्य गुण पूर्णतः नवीन भी हो सकते हैं जो दो या अधिक पीढ़ियों से पहले के पूर्वजों से आए हैं।

यही बात अन्य जीवों तथा पेड़-पौधों में भी दिखाई देती है। यह देखने में नहीं आता कि आप गेहूं बोइये और उससे सरसों उग जाये। प्रकृति की प्रक्रिया इतनी सक्षम है या यों कहिये कि प्रकृति के कम्प्यूटर की स्मृति (मेमोरी) इतनी विशाल है कि इसमें गड़बड़ी नहीं हो पाती। प्रकृति के कम्प्यूटर की कार्य-प्रणाली वास्तव में जीन पर ही आधारित है। तो आइये जीन की संरचना को समझने का प्रयत्न करें।

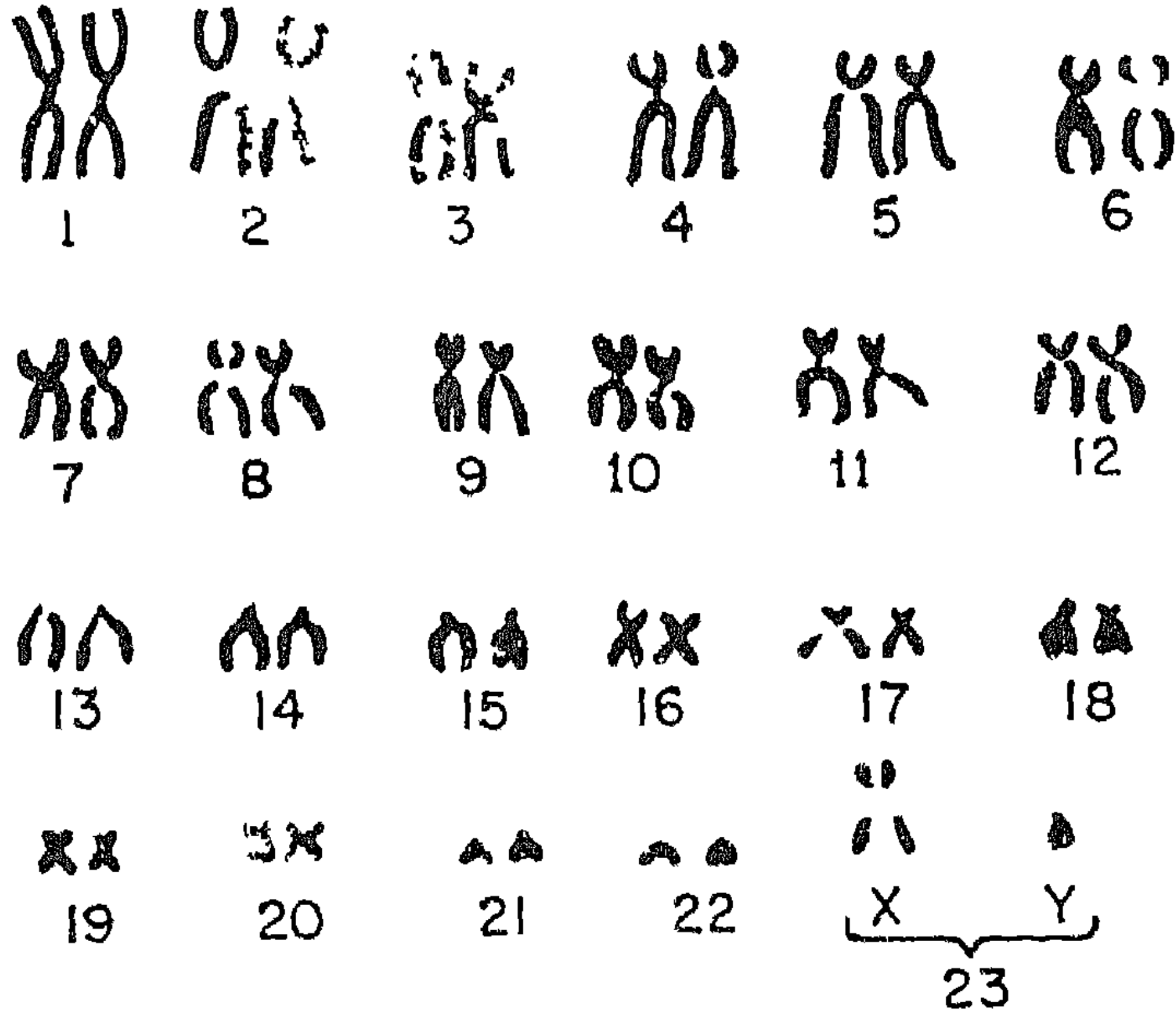
जीन का निवास-स्थान

मेंडल के प्रयोगों से यह तो ज्ञात हो गया कि आनुवांशिकी का

आधार जीन है, परन्तु तब तक यह ज्ञात नहीं था कि वास्तव में जीन क्या है तथा इसका निवास-स्थान कहां है? वर्तमान सदी के प्रारंभ में वैज्ञानिक इस निष्कर्ष पर पहुंच गये कि आनुवांशिकी की कुंजी वास्तव में न्यूक्लिअस में ही है। अब प्रश्न यह उठता है कि न्यूक्लिअस कहां पर स्थित है? न्यूक्लिअस कोशिका के केन्द्र में स्थित रहता है।

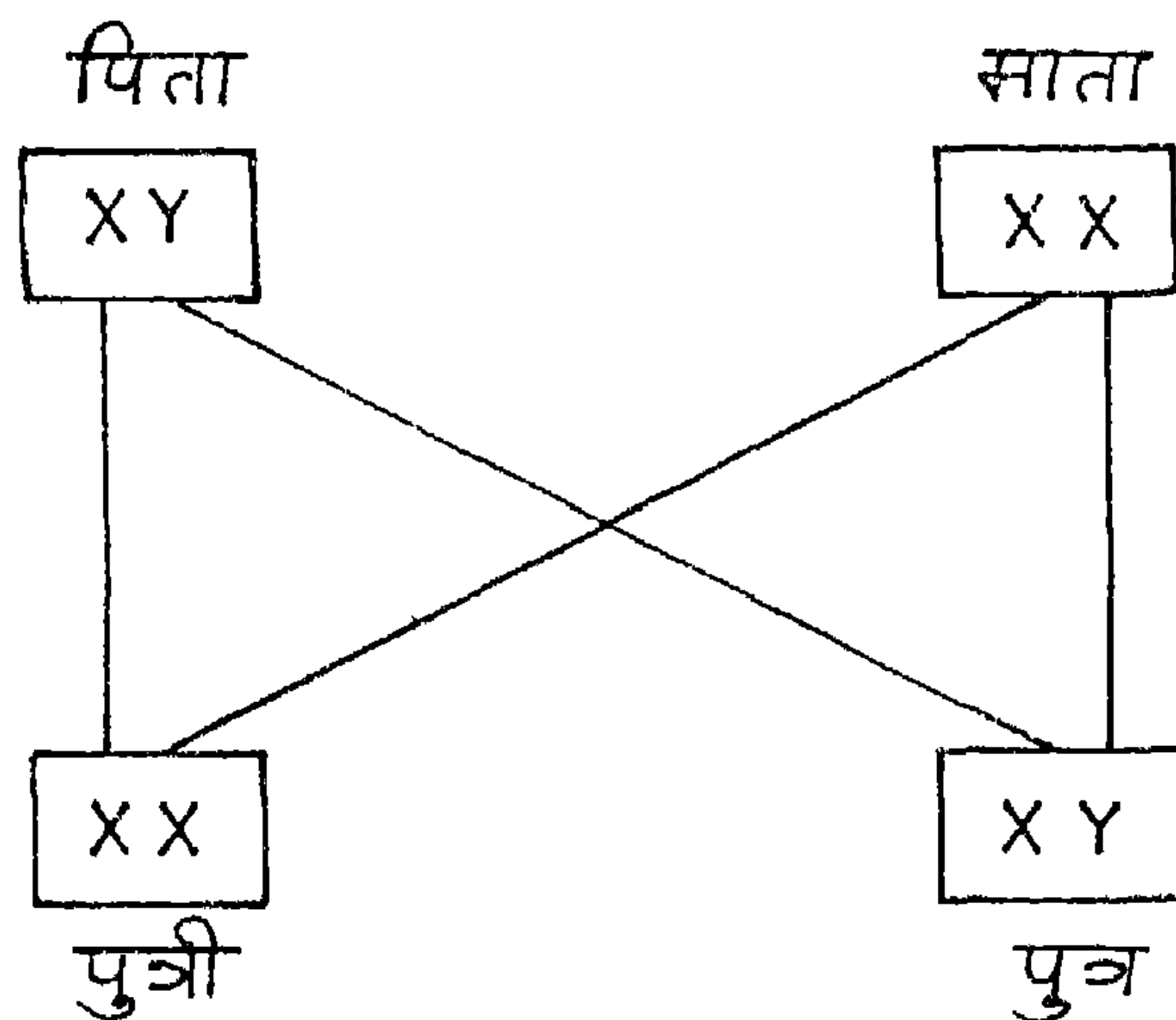
जीवन की आधारभूत इकाई कोशिका है। कोशिका की तुलना किसी फैक्ट्री से की जा सकती है। जिस प्रकार फैक्ट्री में अनेक वस्तुएं बनती हैं जो रोजमर्रा की जिन्दगी को चलाने के लिए आवश्यक होती हैं, उसी प्रकार कोशिका में भी विभिन्न रासायनिक क्रियाएं होती हैं जिससे शरीर की विभिन्न क्रियाएं सम्पादित होती हैं। यह भी सम्भव है कि फैक्ट्री में सब प्रकार की वस्तुएं न बन कर एक ही प्रकार की वस्तु बने, उसी प्रकार कोशिकाएं भी विशिष्ट प्रकार की हो सकती हैं, जैसे मस्तिष्क की कोशिकाएं या मांसपेशियों की कोशिकाएं आदि। परन्तु सभी फैक्ट्रियों में एक चीज समान होती है–प्रत्येक फैक्टरी में एक केन्द्रीय प्रबन्ध कार्यालय होता है, उसमें एक मैनेजर या डायरेक्टर बैठता है जो फैक्ट्री के उत्पादन का लेखाजोखा रखता है तथा फैक्ट्री को उचित रूप से चलाने के लिए उचित निर्देश देता है। कोशिका का केन्द्रीय कार्यालय (न्यूक्लिअस) प्रत्येक कोशिका के केन्द्र में रहता है। न्यूक्लिअस में ही डायरेक्टर या यों कहिये कि "बोर्ड ऑफ डायरेक्टर्स" अर्थात् जीन का ऑफिस होता है, जहां से वह समस्त शारीरिक प्रक्रियाओं पर नियंत्रण रखता है। एक जन्तु-कोशिका के अनुप्रस्थ काट को चित्र 2.4 में दर्शाया गया है।

चित्र 2.4 – जन्तु कोशिका की अनुप्रस्थ काट

मानव-कोशिका के न्यूक्लिअस में उपस्थित कुल डी.एन.ए. या जीन वास्तव में 46 अलग-अलग क्रोमोसोमों के रूप में देखे जा सकते हैं। महत्वपूर्ण बात यह है कि विभिन्न प्राणियों में इनकी संख्या निश्चित है, जैसे मानव में 46, घरेलू मक्खी में 12, बंदर में 48 तथा भालू में 48 आदि। इन क्रोमोसोमों को स्पष्ट रूप से अलग-अलग तभी देखा जा सकता है जब कोशिका एक से दो में विभाजित हो रही हो, अन्यथा सारे क्रोमोसोम एक क्रोमेटीनजाल के रूप में ही दिखाई देते हैं।

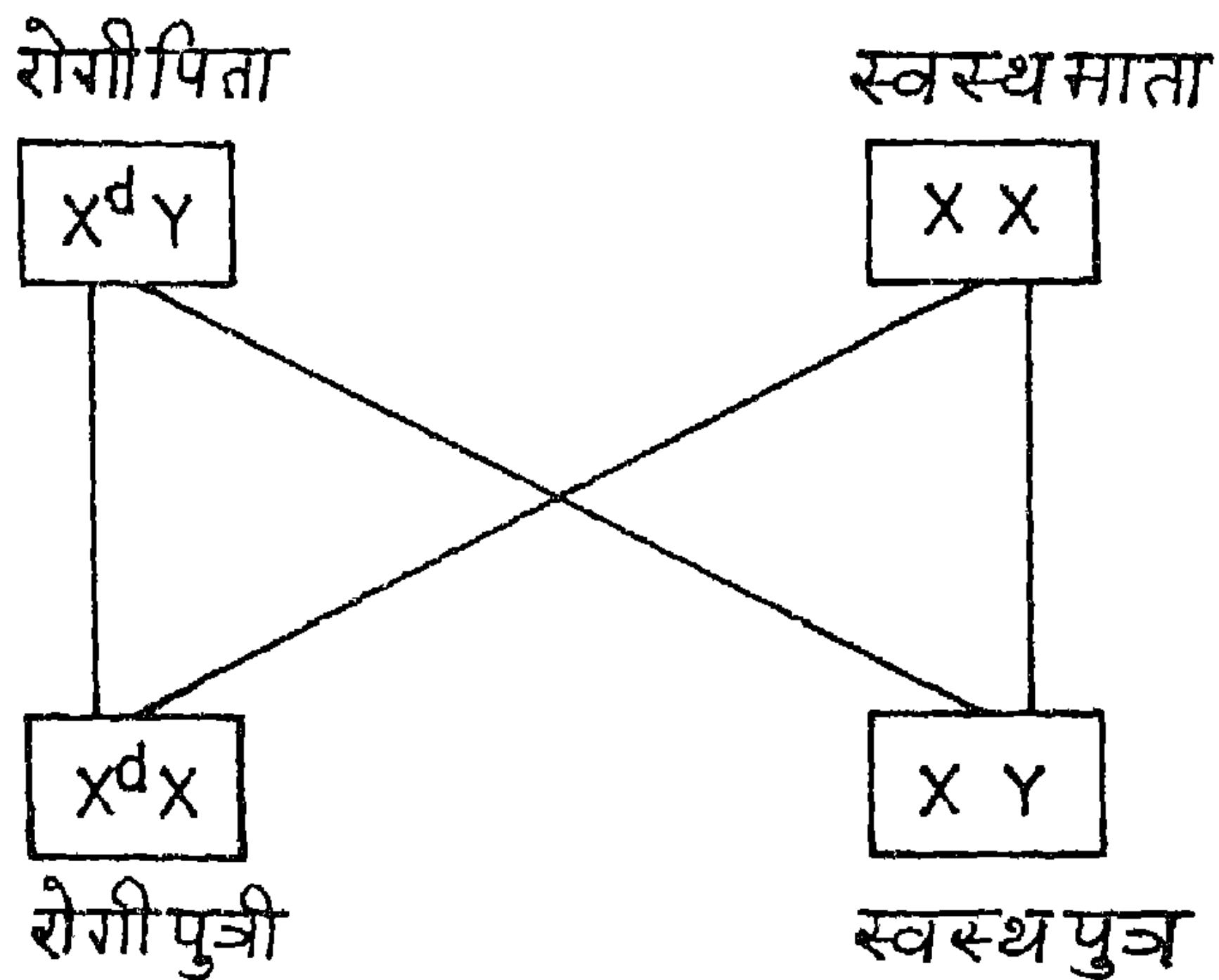
अब आइये मनुष्य के 46 क्रोमोसोमों को तनिक ध्यान से देखें। आपके निरीक्षण के लिये मानव-कोशिका के 46 क्रोमोसोमों को उनकी

चित्र 2.5 – मानव कोशिका में उपस्थित 46 क्रोमोसोमों के 22 जोड़े आटोसोम हैं तथा 23वां जोड़ा सेक्स-क्रोमोसोम का है।

ऊँचाई के अनुसार चित्र 2.5 में एक परेड में खड़ा कर दिया है। आश्चर्य की बात है कि दो-दो क्रोमोसोम ऊँचाई के साथ-साथ आकार में भी लगभग समान दिखाई देते हैं। इस प्रकार 46 क्रोमोसोम 23 जोड़ों में खड़े हैं। क्रोमोसोमों का यह रूप एक महत्वपूर्ण तथ्य को दर्शाता है—प्रत्येक जोड़े में एक क्रोमोसोम पिता से तथा दूसरा क्रोमोसोम माता से आया है। इस प्रकार प्रत्येक शारीरिक गुण के लिए एक जीन पिता से और एक माता से आता है। अब जरा परेड के अन्तिम छोर की ओर ध्यान दें। परेड के अन्तिम छोर पर खड़े सबसे छोटे क्रोमोसोम युग्म को देखें। यही वह युग्म है जो यह निश्चित करता है कि व्यक्ति नर होगा या मादा।

मादा में यह दोनों क्रोमोसोम बिल्कुल एक जैसे दिखाई देते हैं इसलिए इनको 'XX' (एक्स-एक्स) द्वारा दर्शाते हैं। दूसरी ओर नर में एक क्रोमोसोम तो सामान्य तथा दूसरा बहुत ही छोटा अपूर्ण सा दिखाई देता है। इसलिये इस युग्म को 'XY' (एक्स-वाई) द्वारा दर्शाते हैं। इस प्रकार 22 क्रोमोसोम-युग्म नर व मादा में एक जैसे होते हैं तथा इन्हें "आटोसोम" (autosomes) कहते हैं। परन्तु 23 वें युग्म को "सैक्स-क्रोमोसोम" कहा जाता है।

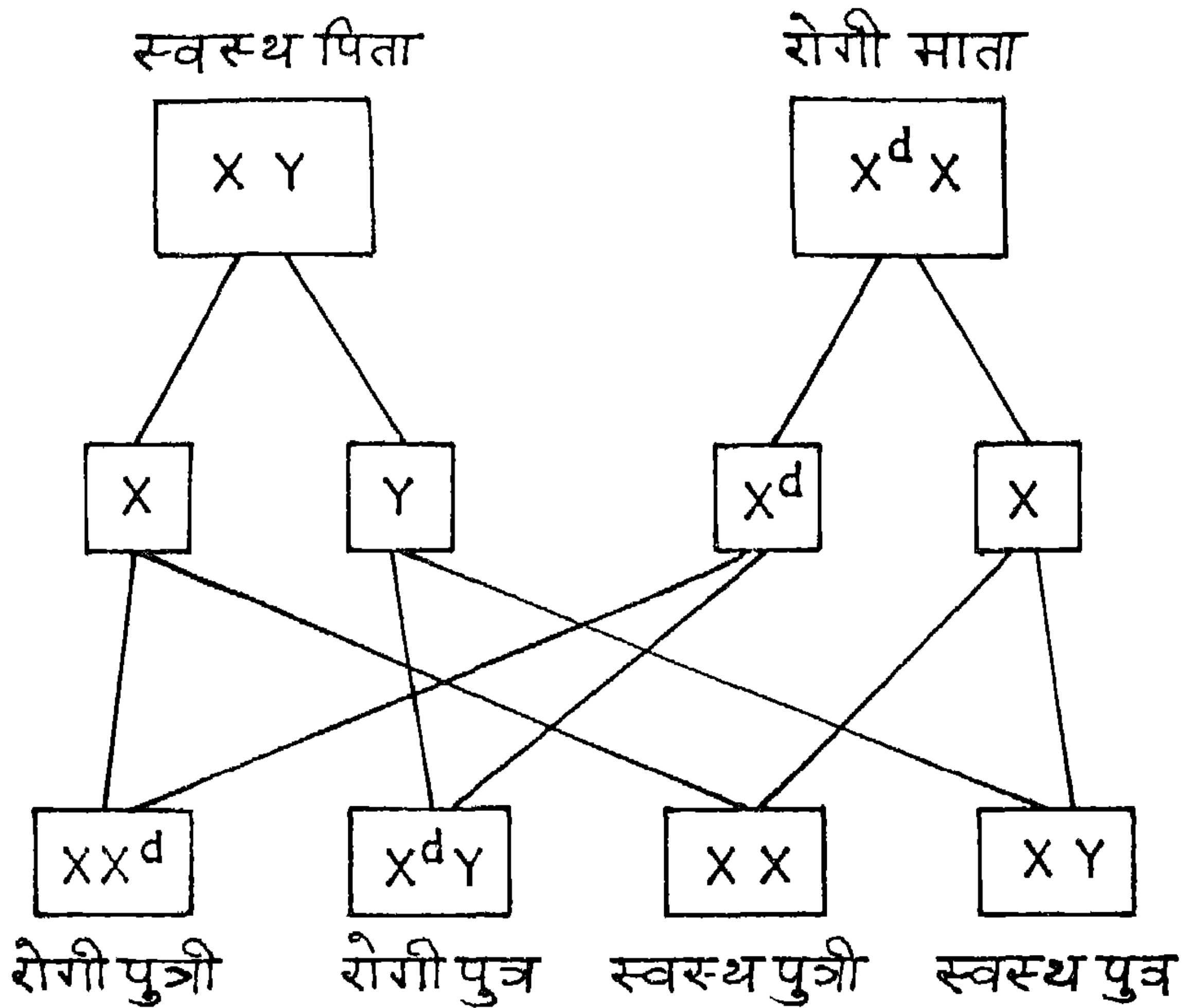
बच्चे के जन्म के समय किस प्रकार क्रोमोसोम माता तथा पिता से आते हैं, इस प्रक्रिया को चित्र 2.6 में दिखाया गया है।

चित्र 2.6 – माता तथा पिता से संतान में क्रोमोसोम आने की प्रक्रिया

यदि किसी व्यक्ति के क्रोमोसोम या जीन में विकार हो तो उससे कई प्रकार की बिमारियाँ हो सकती हैं। इन्हीं विकृत क्रोमोसोम या जीन

के माध्यम से यह बीमारी सन्तान में भी पहुंच सकती है। इस प्रकार यह रोग पीढ़ी दर पीढ़ी चलता रहता है। इस प्रक्रिया को चित्र 2.7 में दर्शाया गया है। मान लीजिये कि पिता में X (एक्स) क्रोमोसोम त्रुटिपूर्ण है, अतः इसको हम X^d (एक्सडी) द्वारा प्रदर्शित करते हैं।

• चित्र 2.7 – रोगी पिता से संतान में त्रुटिपूर्ण-क्रोमोसोम आने की प्रक्रिया

उपर्युक्त चित्र से स्पष्ट है कि इस प्रकार के माता पिता की पुत्री को वही आनुवांशिक रोग होगा जो पिता को था। एक उदाहरण और लें। मान लीजिए, माता का एक क्रोमोसोम त्रुटिपूर्ण है (चित्र 2.8)।

उपर्युक्त चित्र से स्पष्ट है कि ऐसे माता पिता से स्वस्थ अथवा रोगी सन्तान (पुत्र या पुत्री) होने की बराबर सम्भावना रहती है।

अब प्रश्न यह उठता है कि क्या त्रुटिपूर्ण क्रोमोसोम को या दूसरे

चित्र 2.8 – रोगी माता से संतान में त्रुटिपूर्ण क्रोमोसोम आने की प्रक्रिया

शब्दों में त्रुटिपूर्ण जीन को ठीक किया जा सकता है ताकि आनुवांशिक रोग आगे न बढ़े। हां, अब यह सम्भव है। परन्तु किस प्रकार? इसको समझने से पहले जीन की संरचना समझना आवश्यक है।

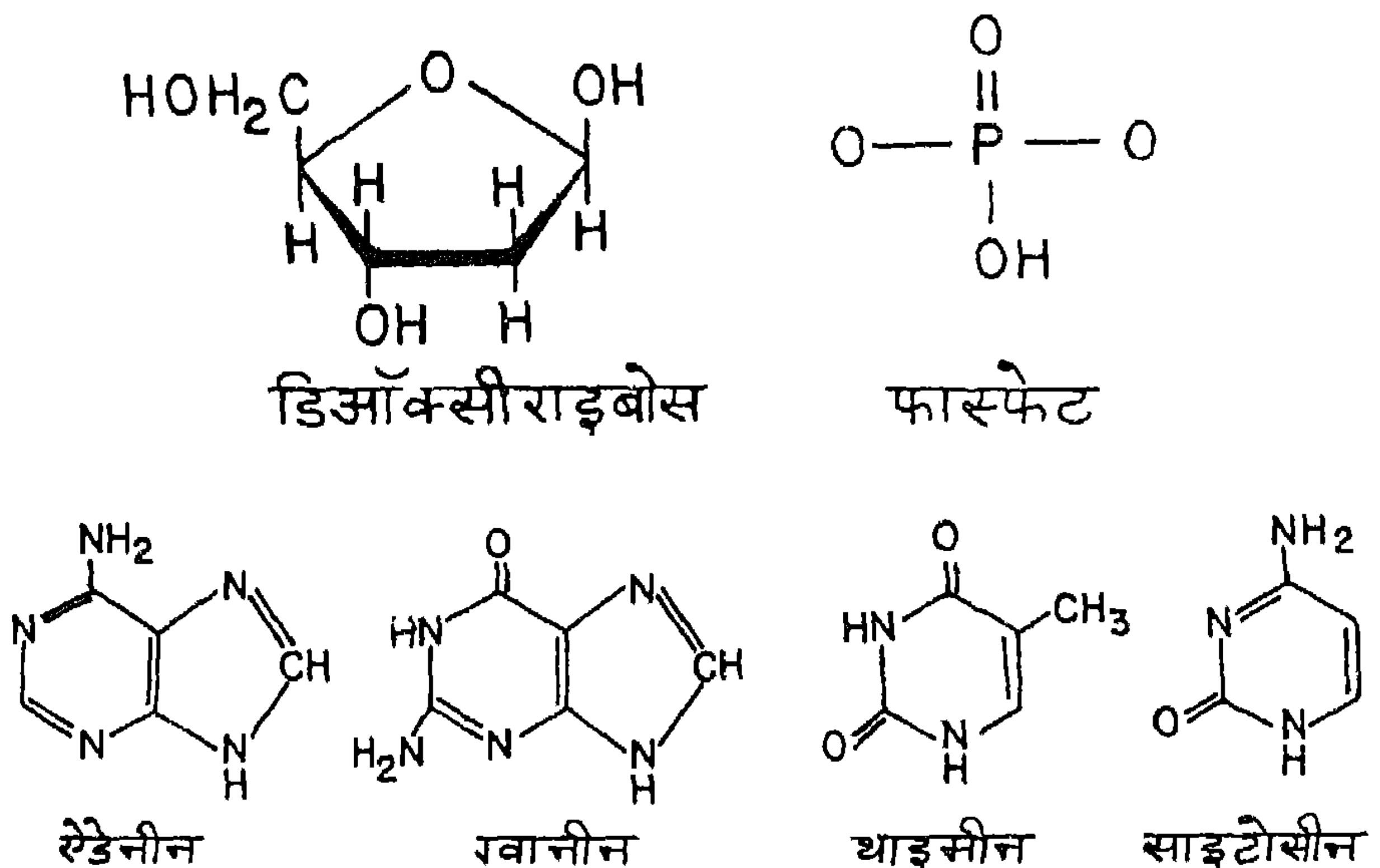
डी.एन.ए. की संरचना

जीन का निर्माण एक वृहत् अणु करता है जिसको डिऑक्सीराइबोन्यूक्लिक एसिड या संक्षेप में डी.एन.ए. कहते हैं। अतः

सर्वप्रथम हम डी.एन.ए. की संरचना को समझने का प्रयत्न करते हैं।

डी.एन.ए. का रासायनिक विश्लेषण करने पर यह ज्ञात होता है कि यह तीन प्रकार के पदार्थों के संयोग से बना है—शर्करा (डिऑक्सीराइबोस), फॉस्फेट तथा नाइट्रोजनयुक्त विषमचक्रीय* बेस। नाइट्रोजनयुक्त विषमचक्रीय बेस चार प्रकार के होते हैं—ऐडेनीन, ग्वानीन, थाइमीन तथा साइटोसीन। इनमें से पहली दो बेस प्यूरीन समूह की हैं तथा बाद की दो पिरिमिडीन समूह की। यह कल्पना करना कठिन है कि प्रकृति ने इन चार बेसों को ही क्यों चुना।

डिऑक्सीराइबोस फास्फेट

ऐडेनीन ग्वानीन थाइमीन साइटोसीन

चित्र 2.9 – डी.एन.ए. में उपस्थित विषमचक्रीय बेस

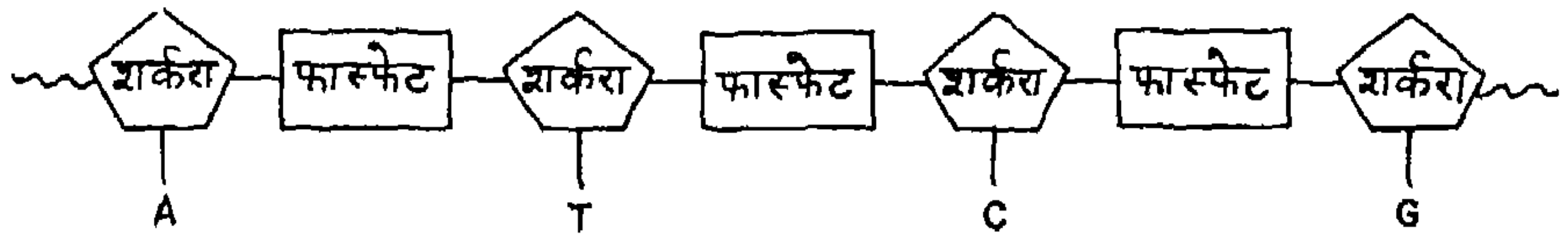
*विषमचक्रीय यौगिक—वे चक्रीय यौगिक होते हैं जिनके वलय में कार्बन के अलावा कम से कम एक विषम परमाणु जैसे ऑक्सीजन, नाइट्रोजन, सल्फर इत्यादि हों।

अब प्रश्न उठता है कि ये यौगिक आपस में किस प्रकार जुड़ कर डी.एन.ए. का निर्माण करते हैं। डी.एन.ए. की संरचना समझने के लिए फूलों की एक ऐसी लम्बी लड़ी की कल्पना करो जिसको एक लम्बे धागे में चार रंग के फूलों को पिरोकर तैयार किया गया है। इन चार रंग के फूलों को हम किसी भी क्रम में पिरो सकते हैं। अब आप कल्पना कीजिये कि अगर हमको लगभग एक लाख या इससे भी अधिक फूल पिरोकर लड़ी तैयार करनी है तो इस प्रकार की लड़ी में चार प्रकार के पुष्पों के क्रम की असंख्य सम्भावनाएं होंगी।

वास्तव में डी.एन.ए. की संरचना कुछ इसी प्रकार की लड़ी जैसी है। इसमें धागे का निर्माण दो पदार्थ—शर्करा (डिऑक्सीराइबोस) व फॉस्फोरिक अम्ल बार-बार संयुक्त होकर करते हैं। इस धागे को हम निम्न प्रकार प्रदर्शित कर सकते (चित्र 2.10) हैं।

चित्र 2.10—शर्करा और फॉस्फोरिक अम्ल के संयोग से बनी लम्बी श्रृंखला

अब इस धागे में भी चार प्रकार के पुष्प गुंथे हैं और ये हैं चार विषमचक्रीय बेस ऐडेनीन (Adenine), ग्वानीन (Guanine), साइटोसिन (Cytocine) तथा थाइमीन (Thymine), जिनको हम क्रमशः ए., जी., सी. तथा टी. द्वारा प्रदर्शित कर सकते हैं। परन्तु इस लड़ी का धागा कुछ इस प्रकार का है कि केवल शर्करा वाले भाग में ही

पुष्प पिरो सकते हैं अर्थात् डी.एन.ए. के धागे में शर्करा वाले भाग से बेस (ए., जी., सी. तथा टी.) जुड़ा रहता है। इस प्रकार डी.एन.ए. की लड़ी के एक छोटे से हिस्से को हम निम्न प्रकार प्रदर्शित कर सकते हैं–

चित्र 2.11 – डी.एन.ए. श्रृंखला का एक भाग

या अब हम डी.एन.ए. के एक छोटे से भाग को और अधिक सरल रूप से निम्न प्रकार दर्शा सकते हैं–

चित्र 2.12 – डी.एन.ए. श्रृंखला के एक भाग का सरल रूप

यहां पर यह ध्यान देने योग्य बात है कि डी.एन.ए. की उपयुक्त पट्टी की एक निश्चित लम्बाई में चार बेसों का एक निश्चित क्रम उस भाग को विशिष्टता प्रदान करता है।

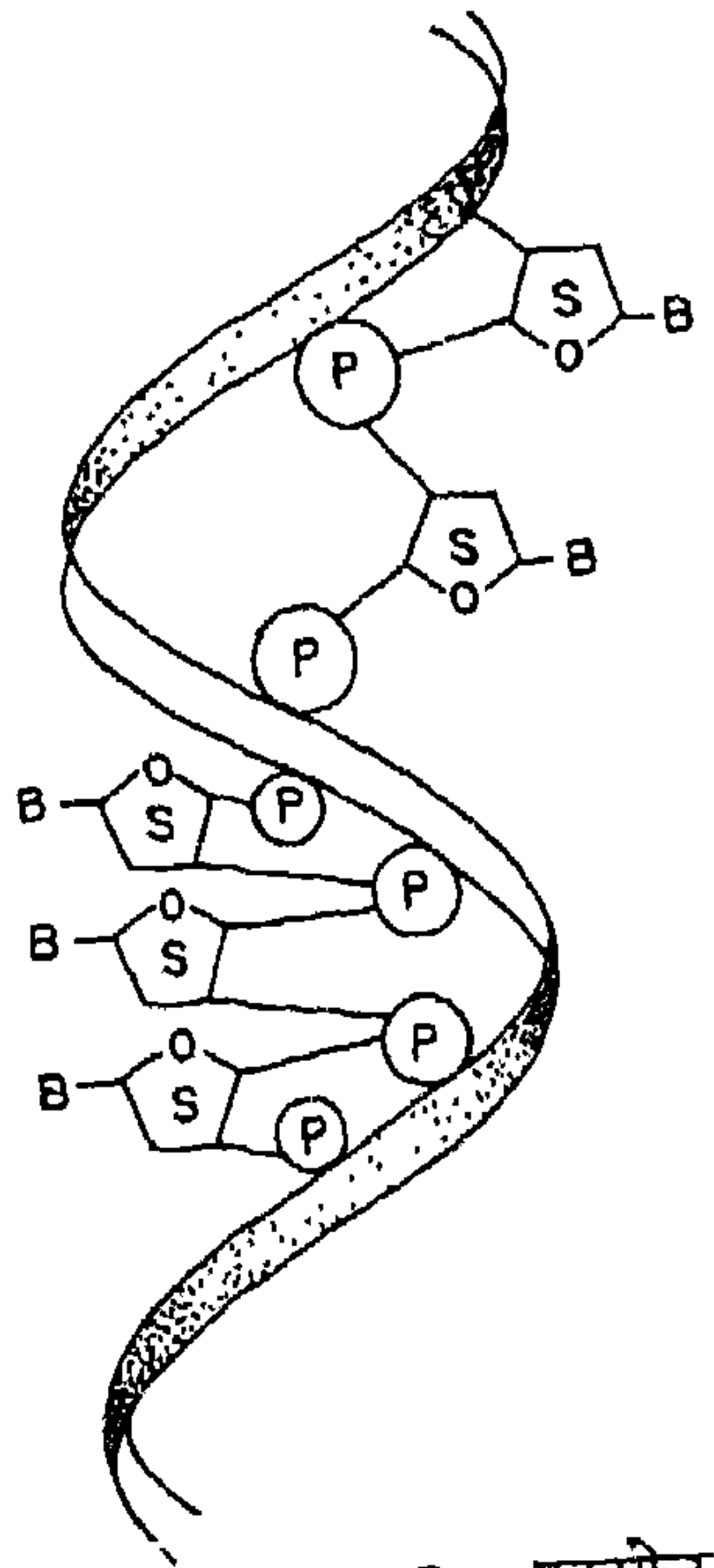
डी.एन.ए. की द्विकुंडलीय संरचना अर्थात वाटसन–क्रिक मॉडल

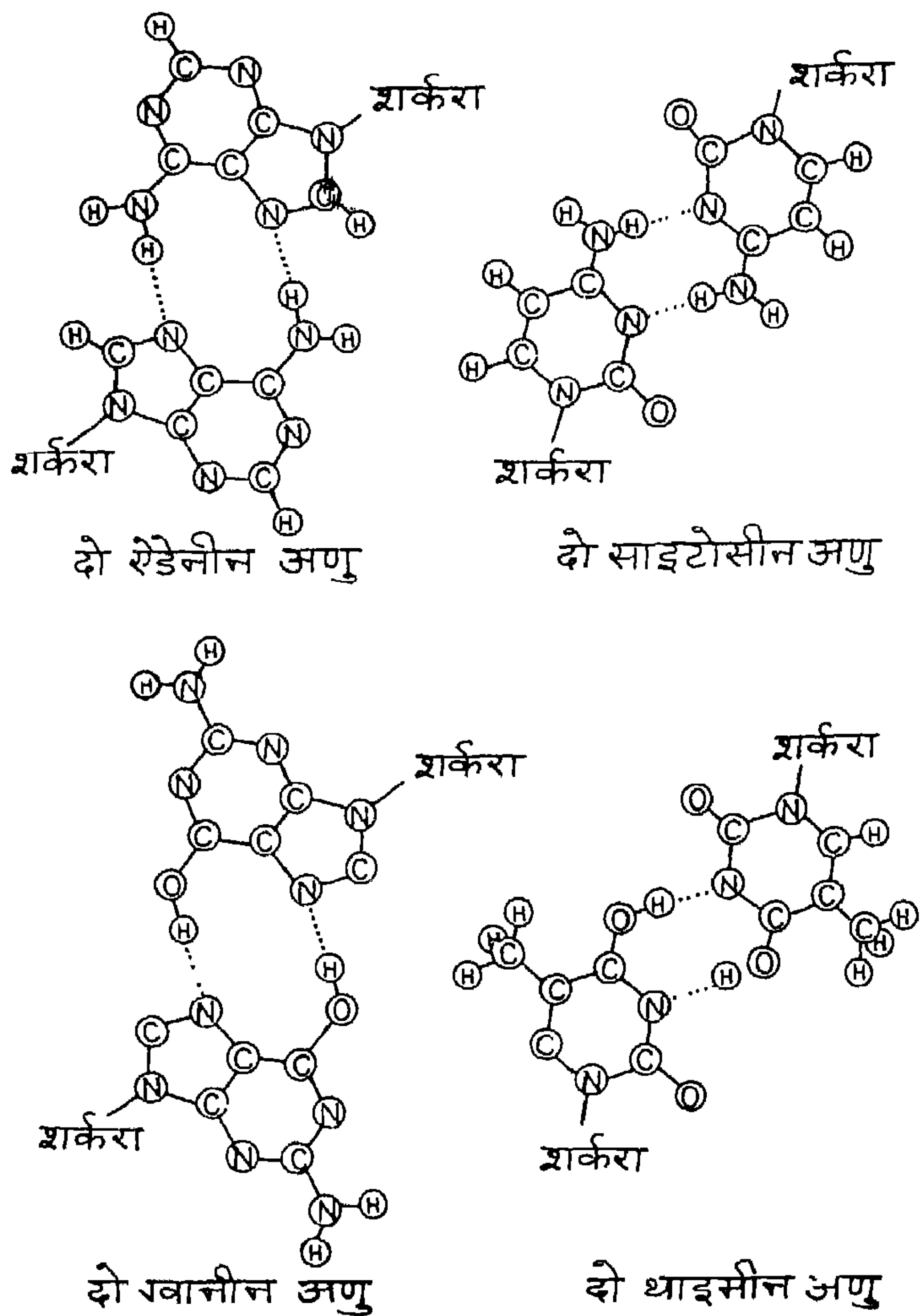
डी.एन.ए. की संरचना की कहानी यहीं नहीं खत्म होती। डी.एन.ए. की जिस संरचना का ऊपर जिक्र किया गया है, उसे प्राथमिक संरचना कहते हैं। वैज्ञानिकों को पूर्ण विश्वास हो गया था कि डी.एन.ए. की संरचना इतनी सीधी-सादी न होकर काफी जटिल है। पॉलिंग द्वारा

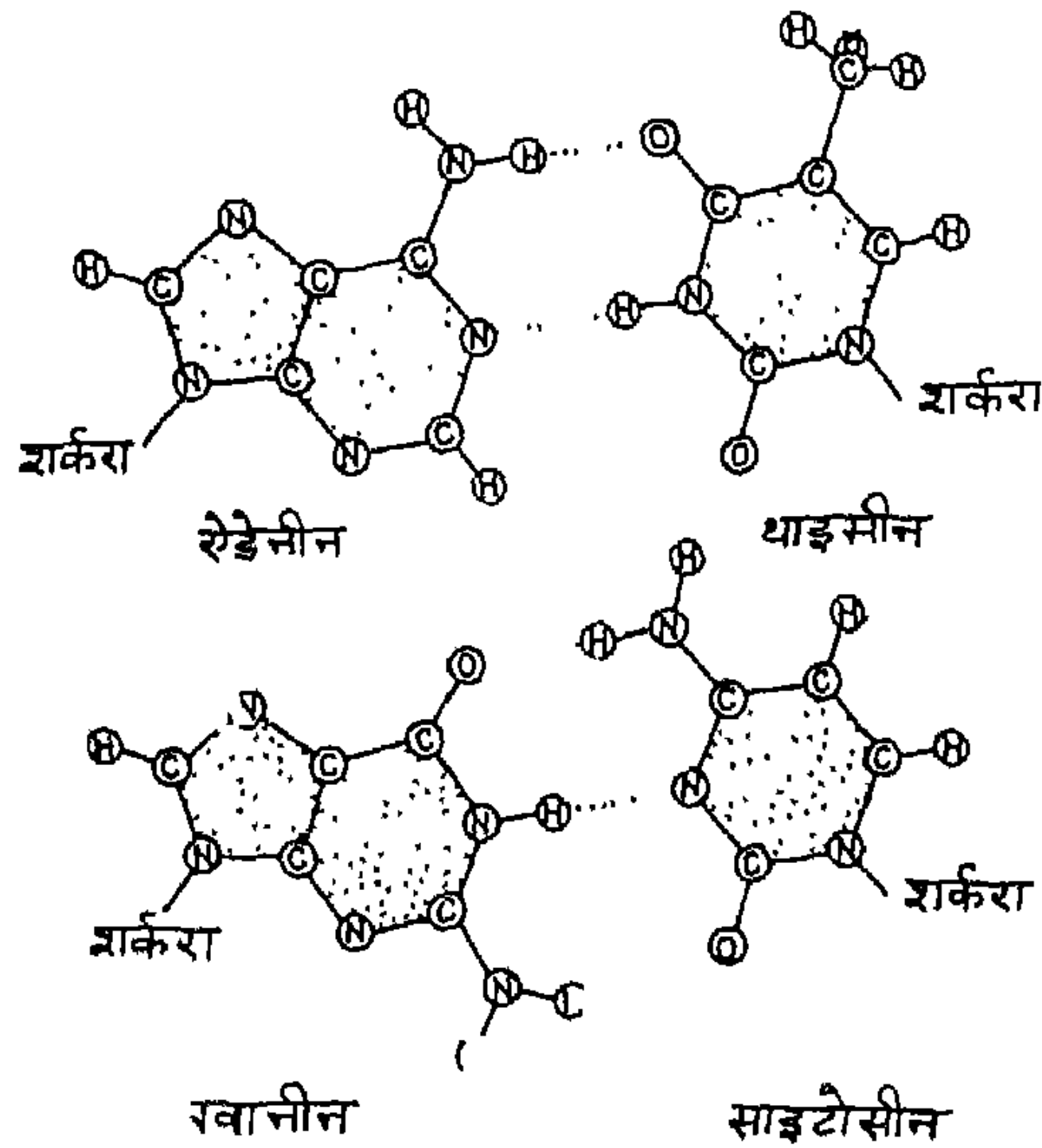
प्रस्तावित प्रोटीन अणुओं की ऐल्फाहैलिकल संरचना ने भी इस विचार को बल प्रदान किया था। मॉरिस विलकिन्स द्वारा किये गये ऐक्स-रे अध्ययन से भी यही निष्कर्ष निकलता था कि डी.एन.ए. की संरचना त्रिविम (Three dimensional) है। विश्व भर के वैज्ञानिकों में इस बात की होड़ लगी थी कि डी.एन.ए. की सही संरचना की जानकारी कौन पहले प्राप्त करे। जो भी डी.एन.ए. की वास्तविक संरचना की जानकारी सर्वप्रथम विश्व को देता, वही नोबेल पुरस्कार का अधिकारी होता। हुआ भी यही। जेम्स वाटसन, फ्रैंसिस क्रिक्स व मारीस विलकिंस ने 1953 में सर्वप्रथम डी.एन.ए. की द्वि-कुंडलीय संरचना को ज्ञात किया जिसके लिए उन्हें 1962 में नोबेल पुरस्कार से सम्मानित किया गया।

25 वर्षीय नवयुवक वाटसन द्वारा डी.एन.ए. की द्वि-कुंडलीय संरचना ज्ञात करने की कहानी अत्याधिक रोमांचक है। वाटसन विभिन्न विधियों द्वारा प्राप्त परिणामों को सम्मिलित कर डी.एन.ए. की वास्तविक संरचना को ज्ञात करने का प्रयत्न कर रहे थे। एक्स-रे से प्राप्त परिणाम यह संकेत दे रहे थे कि यह एक हैलिकल संरचना है जिसकी रीढ़ या आधार फास्फेट व शर्करा मिल कर बनाते हैं तथा बेस शर्करा से जुड़े हैं। इसके अतिरिक्त फास्फेट-शर्करा की रीढ़ बाहर की ओर है जबकि बेस कुंडली के अंदर की ओर (चित्र 2.13)।

परन्तु समस्या यह थी कि इस प्रकार की हैलिकल संरचना किस प्रकार स्थायी रहती है पॉलिंग द्वारा प्रस्तावित ऐल्फा-हैलिकल संरचना को हाइड्रोजन-बंध स्थायी रूप में रखता है, यह तथ्य इस ओर इंगित कर रहा था कि सम्भवत: डी.एन.ए. में भी हाइड्रोजन बंध ही यह कार्य कर रहा है। परन्तु कैसे? वाटसन को स्पष्ट प्रतीत हो रहा था कि इस समस्या का हल आण्विक-मॉडल बना कर ही निकाला जा सकता है।

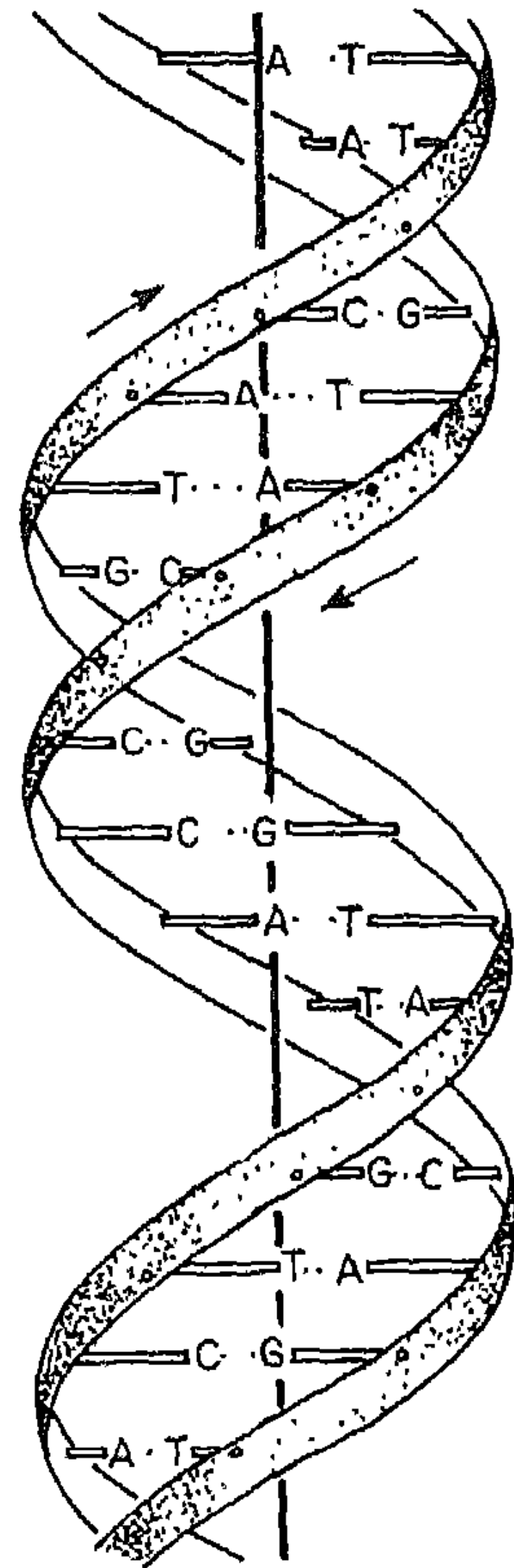
उन्होंने एक मिस्त्री से मॉडल बनाने को कहा। लेकिन वे इस समस्या का हल निकालने को बेचैन थे। उन्होंने धातु के मॉडलों का इन्तजार नहीं किया बल्कि स्वयं चार बेसों के गत्ते के मॉडल बना कर उनसे खेलने लगे। उन्हें स्पष्ट लग रहा था कि ये बेस आपस में हाइड्रोजन बंध बना कर एक द्विकुंडलीय संरचना बना रहे थे। अब प्रश्न था कि कौन-कौन से बेस आपस में हाइड्रोजन बंध बना रहे हैं। वाटसन ने प्रारंभ में समान बेसों के मध्य हाइड्रोजन बंध बना कर देखा (चित्र 2.14)।

परन्तु वे तुरंत समझ गये कि यह संभव नहीं है, क्योंकि इस दशा में दो बेसों के मध्य खाली स्थान अर्थात् कैविटी समान नहीं है जबकि एक्स-रे अध्ययन यह इंगित कर रहे थे कि डी.एन.ए. में दो कुंडलियों के मध्य अन्तर समान रहता है। परन्तु तभी उनका ध्यान पहले से प्रकाशित चारगैफ नियम(Chargaff rules) की ओर गया जिसके अनुसार डी एन.ए. में पिरिमिडीन बेस व प्यूरीन बेस समान अनुपात में रहते हैं।

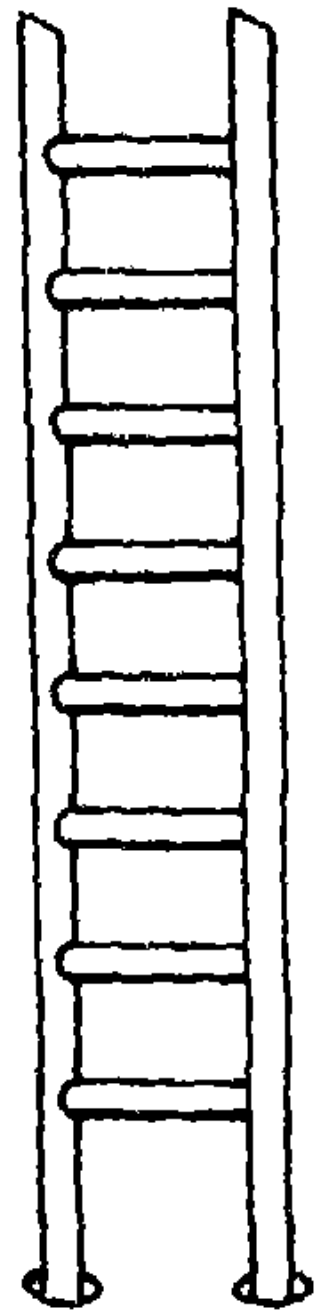
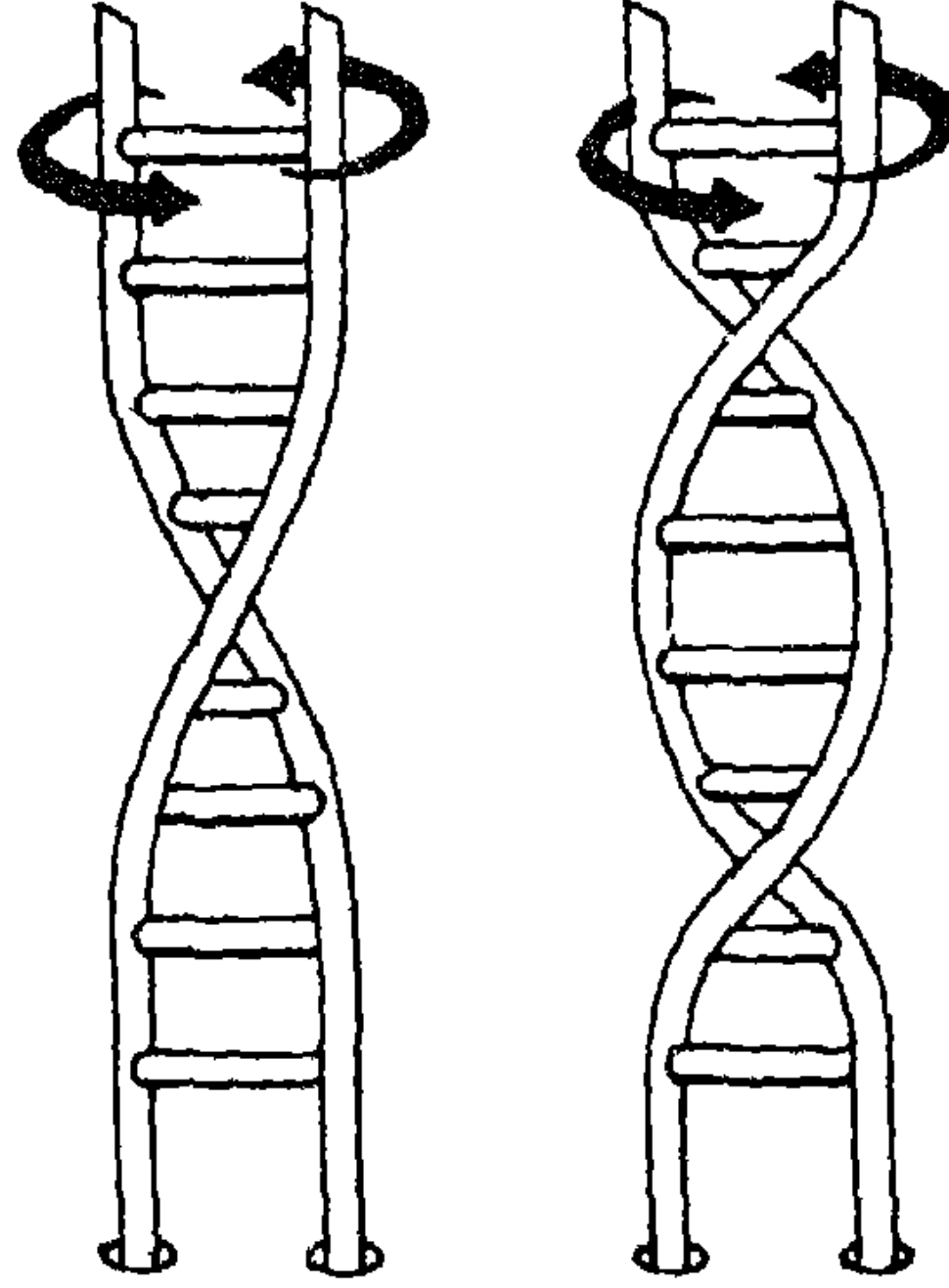
चित्र 2.13 – डी.एन.ए. की कुंडलीय संरचना का एक भाग

चित्र 2.14 – समान बेसों के मध्य हाइड्रोजन बंध

यह तभी सम्भव था जबकि एक पिरिमिडीन बेस दूसरे प्यूरीन बेस के साथ हाइड्रोजन बंध बनाये। यह विचार कौंधते ही वे एक बार फिर अपने गत्ते के मॉडलों से खेलने के लिए बेचैन हो उठे और अगली सुबह सबसे पहले अपनी प्रयोगशाला में पहुंच गये। एक बार उन्होंने फिर गत्ते के मॉडलों को जोड़ना शुरू किया। लीजिए हल मिल गया। वाटसन ने जब ऐडेनीन (ए) व थाइमीन (टी) के मध्य तथा ग्वानीन (जी) व साइटोसीन (सी) के मध्य हाइड्रोजन बंध बनाये तो उन्होंने देखा कि दोनों में कैविटी का माप बिल्कुल समान है (चित्र 2.15) अर्थात् यदि ए व टी बेसों के मध्य हाइड्रोजन बंध बने तथा जी व सी के मध्य हाइड्रोज बंध बने तो पिरिमिडीन व प्यूरीन बेस समान अनुपात में होंगे तथा साथ ही

चित्र 2.15—ऐडेनीन व थाइमीन के मध्य तथा ग्वानीन व साइटोसीन के मध्य हाइड्रोजन बंध

डी.एन.ए. की दो कुंडलियों के बीच में समान अंतर या कैविटी रहेगी तो इस प्रकार हुआ जन्म डी.एन.ए. की द्विकुंडलीय संरचना का (चित्र 2.16)।

डी.एन.ए. का वाटसन क्रिक्स मॉडल समझने के लिए हम एक लचीली सीढ़ी की कल्पना करते हैं (चित्र 2.17)। यदि इसमें दोनों आधार डंडों को पकड़ कर चित्रानुसार ऐंठे तो एक कुंडलीनुमा सीढ़ी (चित्र 2.18) प्राप्त होती है।

वास्तव में डी.एन.ए. की दो लड़ियाँ आपस में संयुक्त होकर इसी प्रकार की कुँडलीनी सीढ़ी बनाते हैं। इस सीढ़ी के बीच के पदों या

चित्र 2.16 – डी.एन.ए. की द्विकुंडलीय संरचना

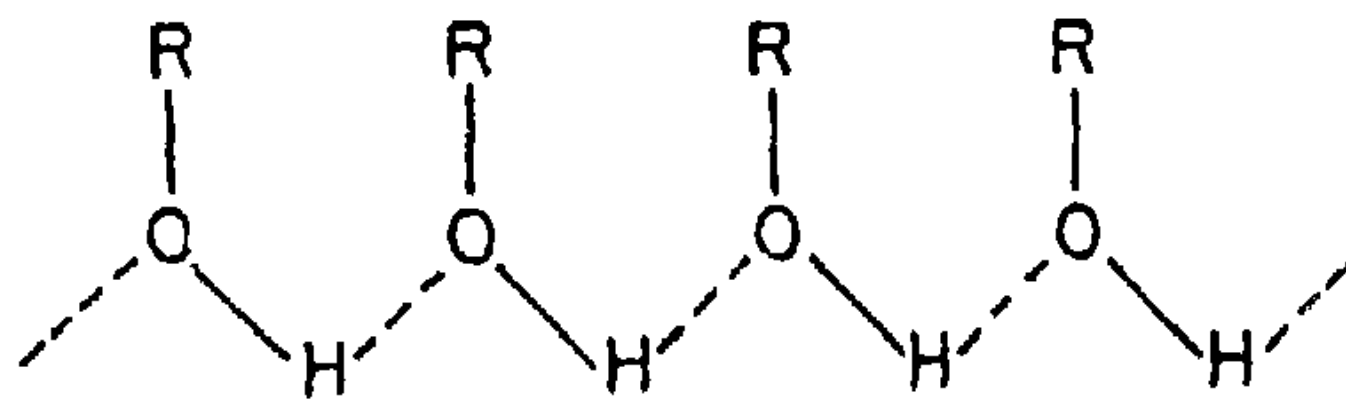
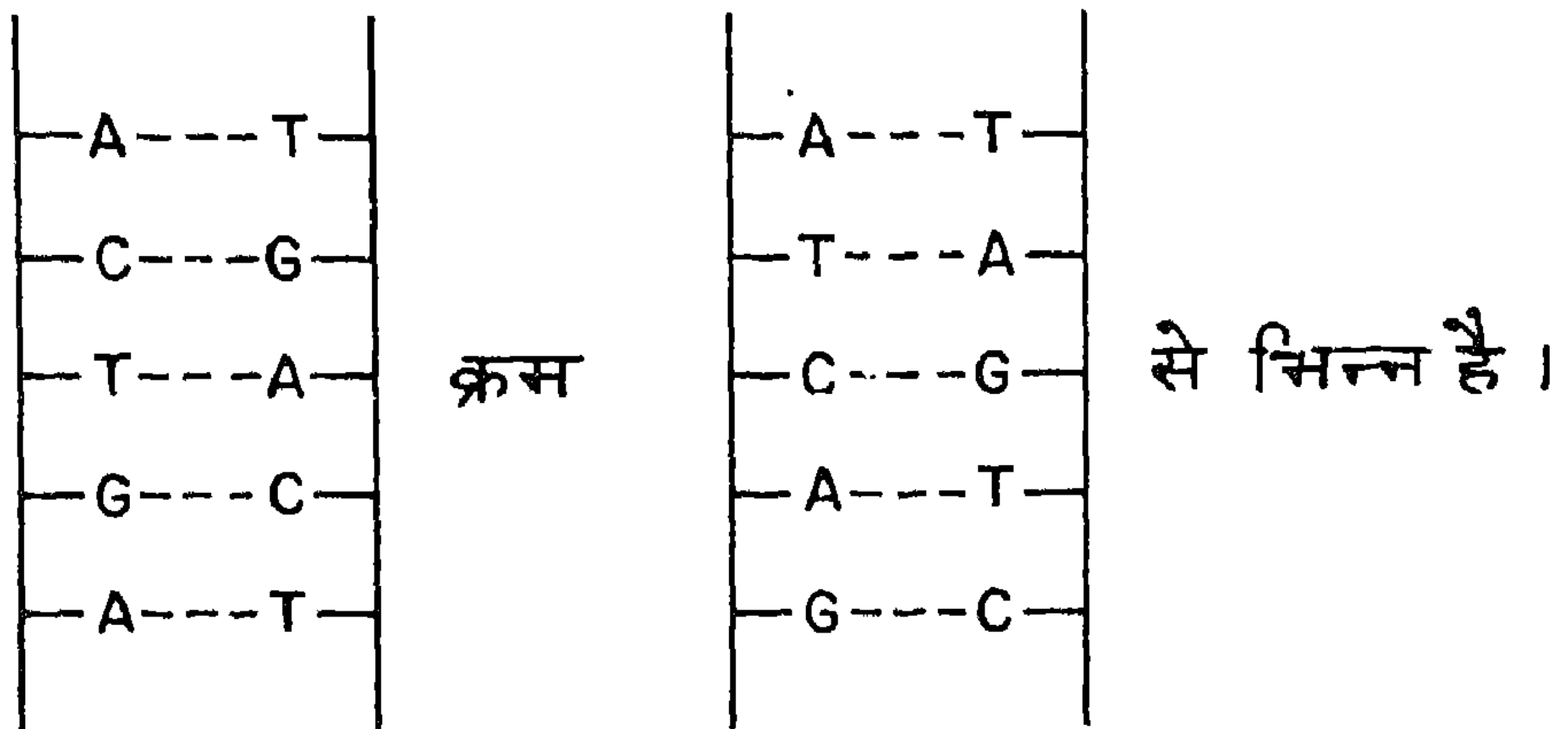
''स्टैप्स'' का निर्माण बेसों के मध्य बनने वाले हाइड्रोजन बंध* करते हैं। जैसा कि ऊपर बताया गया है, ये हाइड्रोजन बंध केवल ए (ऐडेनीन) व टी (थाइमीन) तथा जी (ग्वानीन) व सी (साईटोसीन) के मध्य ही बनते हैं। इस प्रकार बनी डी.एन.ए. सीढ़ी को साधारण रूप में चित्र 2.19 ख में तथा वास्तविक कुंडलीनुमा आकार (हैलिकल संरचना) को चित्र 2.16 में दर्शाया गया है।

चित्र-2.17 चित्र-2.18

*हाइड्रोजन-बंध—जब हाइड्रोजन किसी ऋण-विद्युती तत्व जैसे नाइट्रोजन, ऑक्सीजन आदि से संयुक्त रहता है तो इस पर आंशिक धन-आवेश होता है जिसके कारण यह दूसरे ऋण-विद्युती तत्व के साथ आंशिक बंध बनाता है। इसी आंशिक बंध को हाइड्रोजन बंध कहते हैं। इसको साधारणतः टूटी हुई पंक्ति द्वारा प्रदर्शित करते हैं। जैसे ऐल्कोहल में हाइड्रोजन-बंध उपस्थित रहता है (चित्र 2.19क)।

यद्यपि एक हाइड्रोजन बंध स्वयं में अधिक मजबूत नहीं होता है, परन्तु एक हैलिकल संरचना में इस प्रकार के हजारों हाइड्रोजन बंध बनकर इस संरचना को पर्याप्त स्थायित्व प्रदान करते हैं तथा डी.एन.ए. इसी रूप में कोशिका के न्यूक्लिअस में उपस्थित रहता है।

जीन की संरचना

अब यदि हम उपर्युक्त द्विकुंडलित संरचना (चित्र 1.16) के एक छोटे हिस्से पर ध्यान केन्द्रित करें तो हम पायेंगे कि हाइड्रोजन बंध द्वारा बने बेसों के जोड़े उस हिस्से को विशिष्टता प्रदान करते हैं और यही वह विशिष्टता है जिसको हम जीन कहते हैं। इसी विशिष्टता में जीवन का रहस्य छिपा है। एक उदाहरण लें (चित्र 2.20)।

चित्र 2.19क–ऐल्कोहल में हाइड्रोजन बंध

चित्र 2.19ख–डी.एन.ए. में विभिन्न ठेसों के मध्य निर्मित हाइड्रोजन बंध (साधारण निरुपण)

चित्र-2.20

साधारणतः किसी जीन में लगभग 1500 बेस जोड़े होते हैं। आइये, जरा जीन की लम्बाई और चौड़ाई का भी लेखा-जोखा लें। डी.एन.ए. इतना सूक्ष्म है कि यदि इसको हम तीन लाख गुना बड़ा करके देखें तो यह लगभग 3 मिमी. मोटे धागे के समान दिखाई देगा तथा एक जीन की लम्बाई लगभग 50 मिमी. होगी। इसी पैमाने के आधार पर एकलकोशीय बैक्टीरिया में उपस्थित डी.एन.ए. की लम्बाई डेढ़ किलोमीटर से भी अधिक होगी।

अब जरा हम मनुष्य की बात करें। मनुष्य की कोशिका में उपस्थित डी.एन.ए. की मात्रा बैक्टीरिया की कोशिका से कहीं ज्यादा होती है यद्यपि जीन की लम्बाई लगभग उतनी ही होती है (लगभग 1500 बेस युगल)। मनुष्य की कोशिका में उपस्थित डी.एन.ए. से 30 से 40 लाख जीन बन सकते हैं। इतने डी.एन.ए. की लम्बाई को यदि हम उपयुक्त पैमाने पर ही नापे तो वह लगभग 1500 किलोमीटर आयेगी।

अर्थात् मनुष्य की एक कोशिका मे उपस्थित डी.एन.ए. को धागे के रूप में खोलकर यदि एक छोर दिल्ली से प्रारंभ करे तो दूसरा छोर कलकत्ता तक पहुंच जायेगा और अब इस धागे पर चलना प्रारंभ करे तो हर 50 सेमी. पर एक जीन दिखाई देगा।

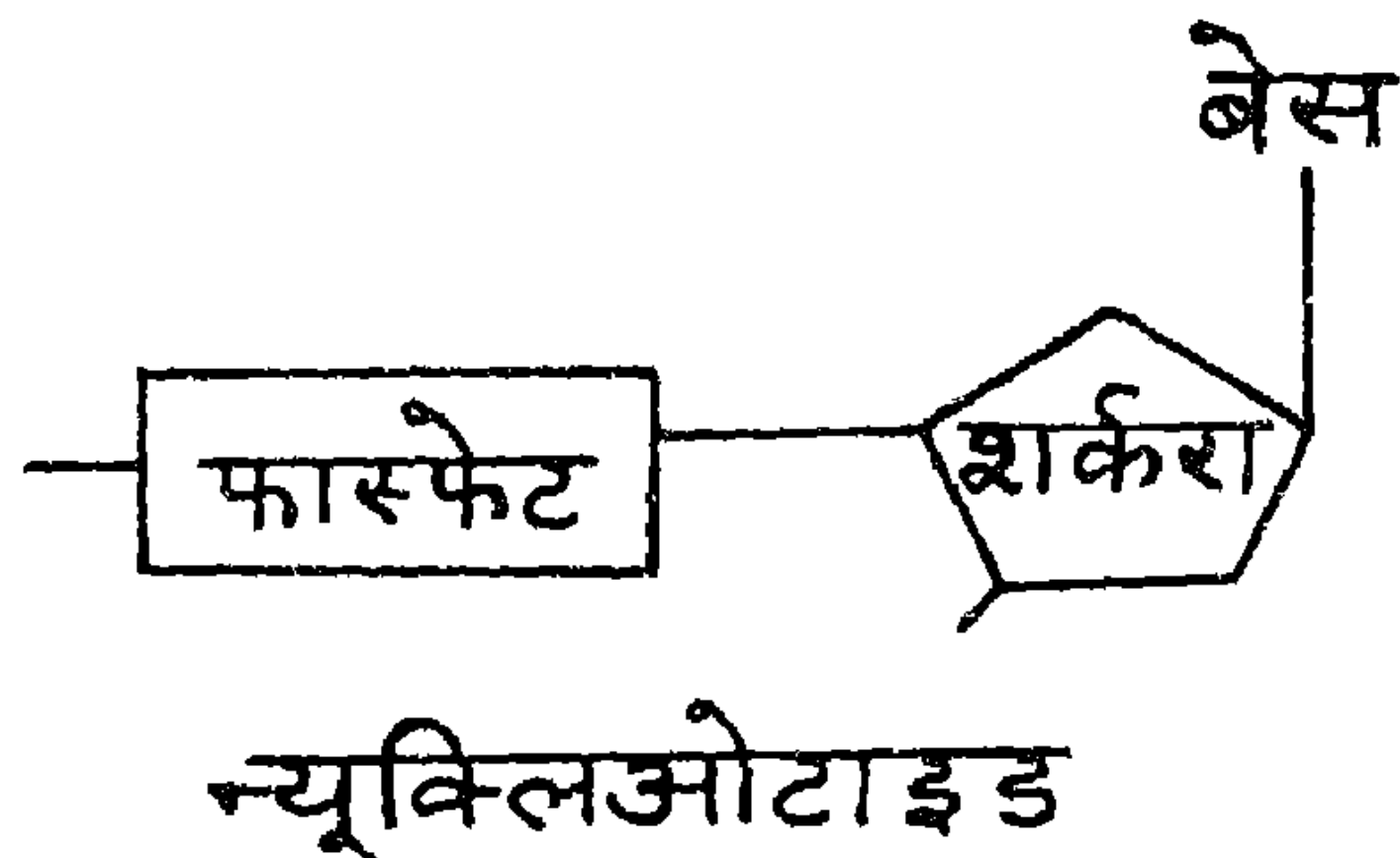
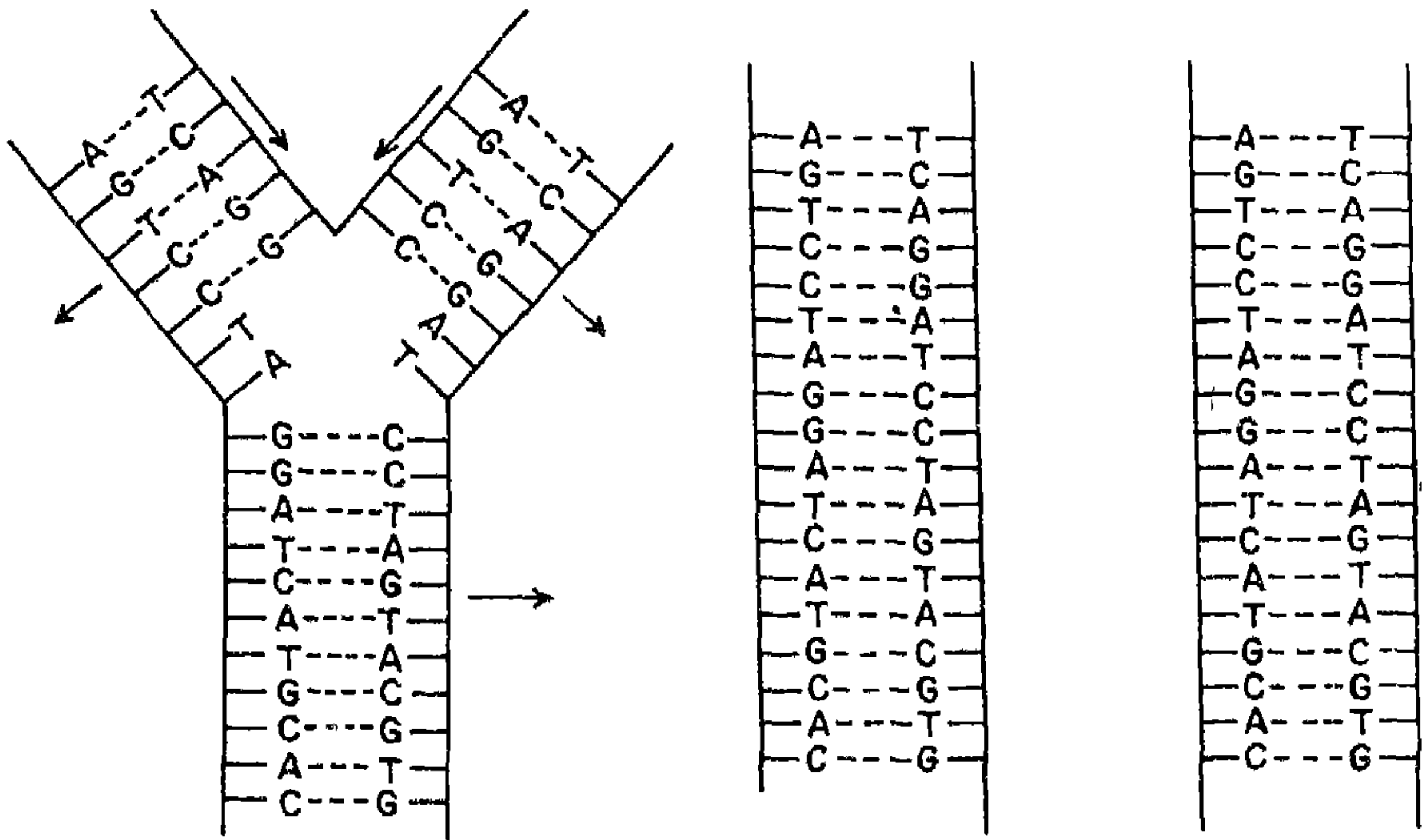
उपर्युक्त विवरण से स्पष्ट है कि प्रत्येक जीन में बेस जोड़ों का क्रम निश्चित है और इसी विशिष्ट क्रम में जीवन की पहेली छिपी है। जब तक यह क्रम बना रहता है, जीन अपना कार्य ठीक प्रकार करता है। जैसा कि हम आगे देखेंगे, साधारणतः इस क्रम में गड़बड़ नहीं होती और पीढ़ी दर पीढ़ी यह क्रम चलता रहता है। इसी को आनुवांशिक-अभिलक्षण (Hereditary Characters) कहते हैं। परंतु जैसे ही इस क्रम में परिवर्तन होता है, एक नया जीन बन जाता है। इस नवीन जीन की क्रिया हानिकारक भी हो सकती है और लाभदायक भी। इस समस्त प्रक्रिया को म्यूटेशन कहते हैं। परन्तु इस सिद्धांत का दूसरा पहलू अर्थात् लाभदायक जीन का बनना स्वाभाविक रूप से ज्यादा महत्वपूर्ण है। इस क्रिया को कृत्रिम रूप से करने की तकनीक का विकास भी कर लिया गया है और इसी को तो कहते हैं—जीन इंजीनियरिंग।

परन्तु अभी हमें इस बात का उत्तर नहीं मिल पाया है कि घुंघराले बाल वाले माता पिता की सन्तान के भी बाल साधारणतः क्यों घुंघराले होते हैं और गेहूं बोने पर क्यों गेहूं ही उगता है। स्पष्टतः कोई प्रक्रिया ऐसी है जिसके द्वारा माता पिता के जीन सन्तान में पहुंचते हैं और वहां पर स्वाभाविक रूप से वही कार्य करते हैं जो माता-पिता में कर रहे थे।

डी.एन.ए. का अनुलिपिकरण

इस क्रिया में पहले डी.एन.ए. की दो लड़ियों के मध्य हाइड्रोजन बंध टूटने लगते हैं और वे पृथक् होने लगती हैं। यह क्रिया उसी प्रकार से होती है जैसे कि एक जिपर खुलता है (चित्र 2.21 क)। अब ये अलग

हुई लड़ियां, सांचे (टैम्पलेट) का कार्य करती हैं और इन पर नये न्यूक्लिओटाइडों* द्वारा इनकी प्रतिरूपी लड़ियां बनने लगती हैं (चित्र 2.21 क तथा 2.21 ख)। परन्तु नई लड़ियों के बनने के समय भी होता यही है कि A पर T तथा G पर C बेस जुड़ता है। जैसे जैसे नई डी.एन.ए. लड़ियां बनती हैं वैसे वैसे मूल डी.एन.ए. की दो लड़ियां खुलती जाती है और अंत में हैलिकल रूप में गुथी दो नयी डी.एन.ए. संरचनाएं बन जाती हैं जो मूल डी.एन.ए. की प्रतिरूप होती हैं। (चित्र 2.21 ख)। द्विकुंडलीय संरचना में अनुलिपिकरण को चित्र 2.22 में दिखाया गया है। यह प्रक्रिया अनवरत रूप से चलती रहती है और प्रत्येक जीन अपना प्रतिरूपी जीन तैयार करता रहता है। यही जीन जब सन्तान में पहुंचते हैं तो स्वाभाविक रूप से वही गुण उत्पन्न करते हैं जो माता पिता में थे। इसी प्रकार गेहूँ में विशिष्ट जीन होते हैं जो गेहूँ के पौधों का ही निर्माण करेंगे न कि सरसों के पौधों का।

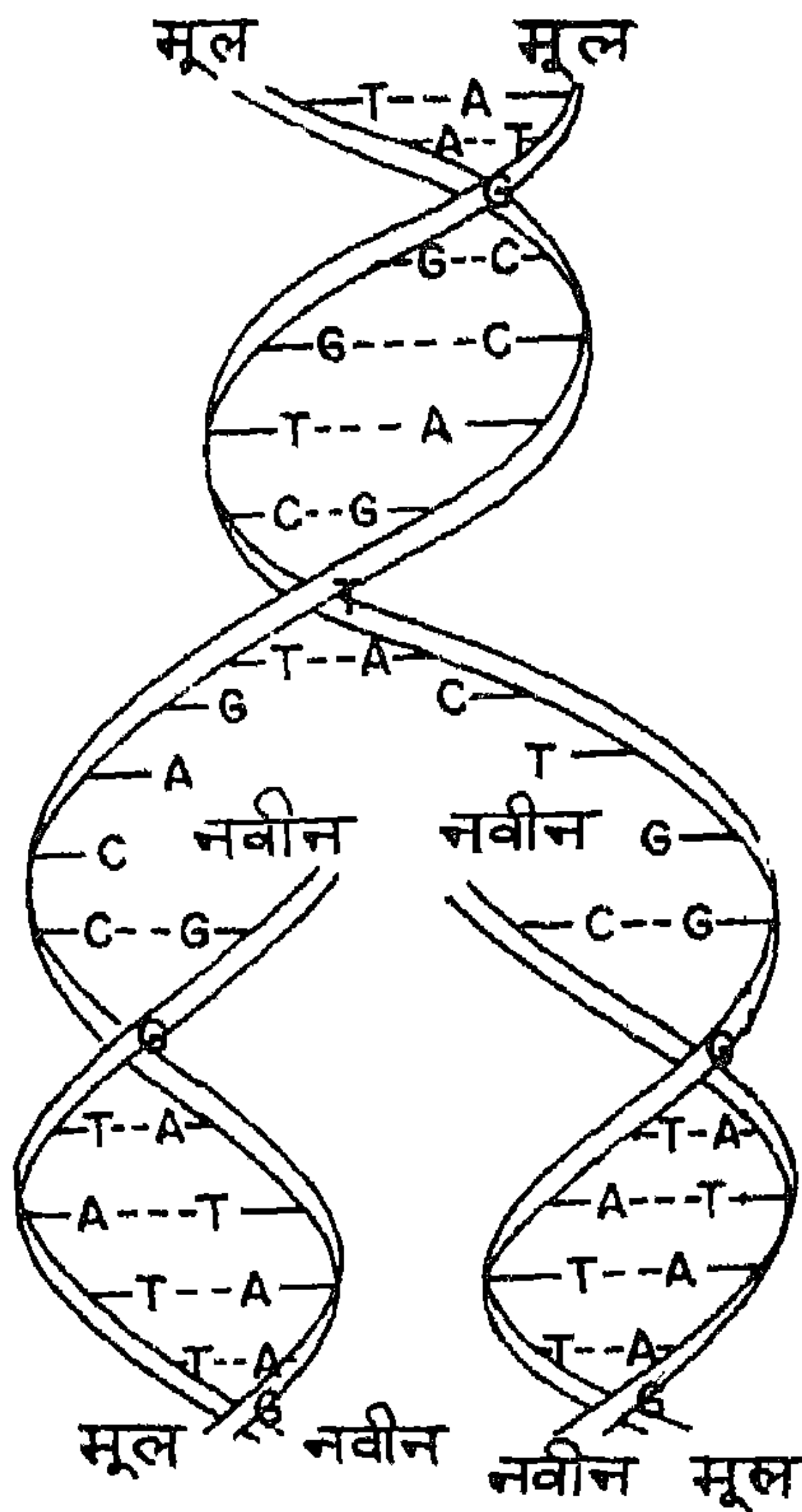
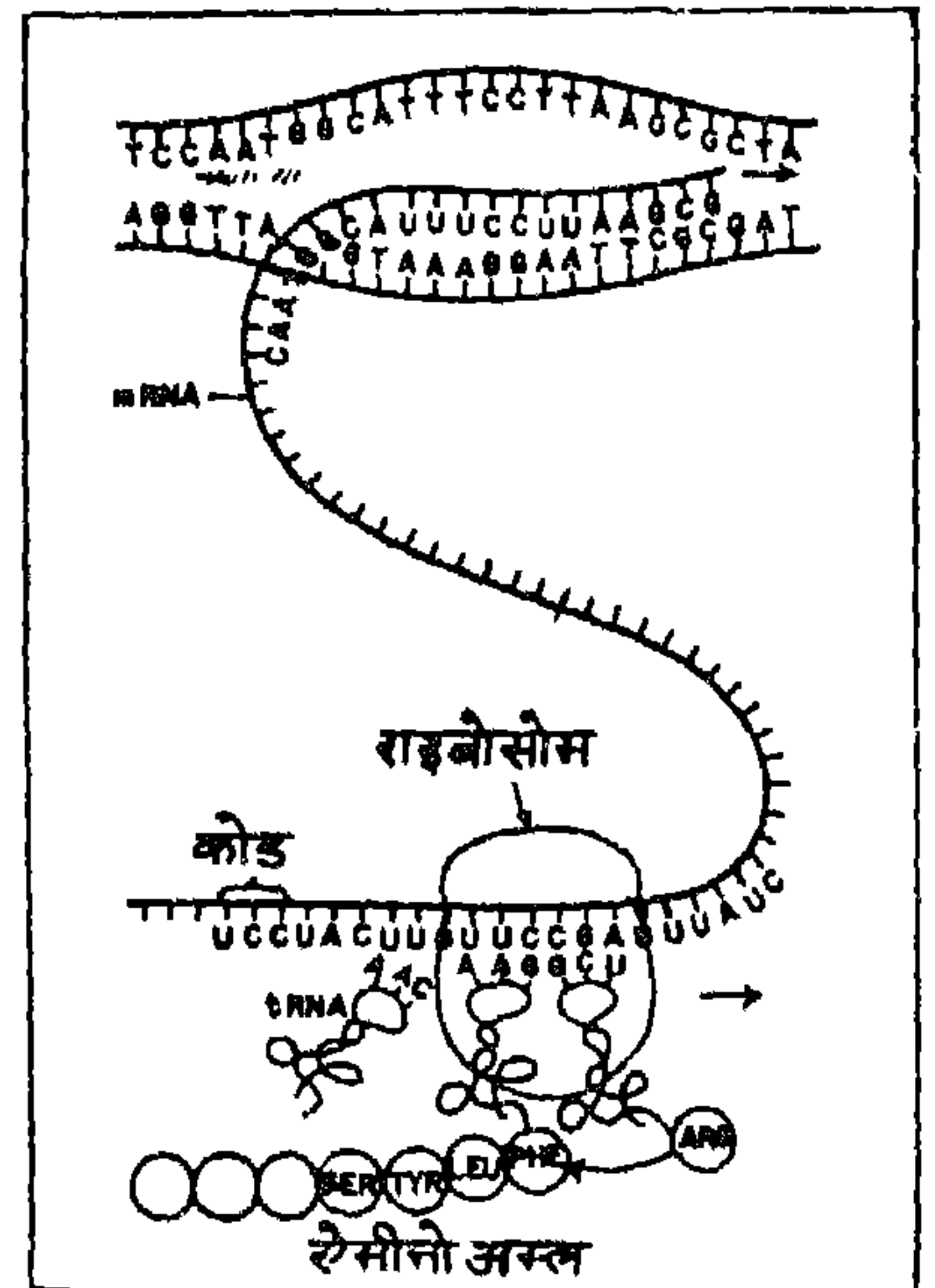
***न्यूक्लिओटाइड :** शर्करा-फास्फेट व बेस के संयोग से बनी एक यूनिट को न्यूक्लिओटाइड कहते हैं (चित्र 2.21 ग)।

चित्र-2.21 (ग)–न्यूक्लिओटाइड

चित्र-2.21 (क) चित्र-2.21 (ख)

डी.एन.ए. के अनुलिपिकरण का साधारण चित्रण

राइबोन्यूक्लिक एसिड या आर.एन.ए.

यहां पर एक अन्य न्यूक्लिक एसिड का जिक्र कर देना उचित होगा। इसको राइबोन्यूक्लिक एसिड या संक्षेप में आर.एन.ए. कहते हैं। इसकी आधारभूत संरचना भी डी.एन.ए. जैसी ही होती है अन्तर केवल इतना होता है कि आर.एन.ए. में शर्करा डिआक्सीराइबोस न होकर राइबोस होती है तथा बेस थाइमीन के स्थान पर यूरेसील होती है। इन तीनों इकाईयों का क्रम डी.एन.ए. जैसा ही होता है किन्तु आर.एन.ए. में हैलिकल संरचना नहीं होती अपितु इसमें अकेली लड़ी ही होती है। इसका निर्माण डी.एन.ए. ही करता है तथा यह न्यूक्लिअस से बाहर आकर साइटोप्लाजम में रहता है। वास्तव में यह डाकिये का काम करता है अर्थात् डी.एन.ए. से सूचना लाकर साइटोप्लाजम से विशिष्ट प्रोटीन

का निर्माण करता है। इसीलिए इसको मैसेन्जर आर.एन.ए. कहते हैं (चित्र 2.23)।

उपर्युक्त विवरण से स्पष्ट है कि जीवन क्रिया सुचारू रूप से चलने के लिए डी.एन.ए., आर.एन.ए. व प्रोटीन संश्लेषण में एक विशिष्ट

चित्र 2.22– द्विकुंडलीय संरचना में डी.एन.ए. का अनुलिपिकरण

चित्र 2.23 – आर.एन.ए. द्वारा कोशिका में प्रोटीन का निर्माण

सामंजस्य होना आवश्यक है। जैसे ही इस चक्र में कुछ परिवर्तन होता है, वैसे ही जीव में नवीन अभिलक्षण उत्पन्न होने प्रारंभ हो जाते हैं जिस क्रिया को म्यूटेशन कहते हैं। इस परिवर्तन का उपयोग लाभदायक तरीके से करने की विधि को ही जीन-इंजीनियरिंग कहते हैं जिसका वर्णन अगले अध्याय में किया जायेगा।

□□□

3

जीन-इंजीनियरिंग और क्लोनिंग

"इंजीनियरिंग" शब्द सुनते ही हमारे मस्तिष्क में कल-पुर्जों या मशीनों का विचार उठता है जिससे आवश्यकता के अनुरूप नये नये यन्त्रों का निर्माण किया जाता है, पुराने यन्त्रों में विकास करने के अतिरिक्त उनकी मरम्मत की जाती है, इत्यादि। क्या "जीन-इंजीनियरिंग" से भी कुछ इसी प्रकार का अभिप्राय है? जी हां। जैसा कि इस शब्द को पढ़ने से ही झलकता है, विज्ञान की इस शाखा के अन्तर्गत हम जीन या आनुवांशिकी को कृत्रिम उपायों से परिवर्तित करने का प्रयास करते हैं।

पिछले अध्याय में हमने देखा कि डी.एन.ए. अणु में बेस युगलों के विशिष्ट क्रम में ही जीवन की पहेली छिपी है जिसको जीन कहते हैं। आईये, जरा इस पर और सूक्ष्म दृष्टि से विचार करें। प्रत्येक जीन एक विशिष्ट आर.एन.ए. बनाता है जो न्यूक्लिअस से बाहर आकर कोशिका में एक विशिष्ट प्रोटीन का संश्लेषण करता है (चित्र 2.23)। शरीर की

कोशिकाओं में सभी रासायनिक क्रियाएं एन्जाइम ही सम्पादित करते हैं। प्रत्येक रासायनिक क्रिया एक विशिष्ट एन्जाइम ही सम्पन्न करता है। प्रत्येक जीन एक विशिष्ट आदेश देता है जबकि मैसेन्जर आर.एन.ए. उस आदेश का पालन करता है। जीन ने आदेश दिया कि इंसुलिन बनाओ—आर.एन.ए. न्यूक्लिअस से बाहर आकर इंसुलिन बनाता है। इसी प्रकार दूसरे जीन ने हीमोग्लोबिन को संश्लेषित करने का आदेश दिया और आर.एन.ए. ने उस आदेश का पालन किया। इस प्रकार जीव में असंख्य क्रियाएं चलती रहती हैं।

अब कल्पना कीजिए कि जीन में कहीं पर गड़बड़ हो गई। दूसरे शब्दों में उसका विशिष्ट बेस-युगलों का क्रम बिगड़ गया तो वह आर.एन.ए. को ठीक संकेत नहीं दे पायेगा जिसके कारण आर.एन.ए. वह विशिष्ट प्रोटीन संश्लेषित नहीं कर पायेगा जो कि कोशिका में एक विशिष्ट रासायनिक अभिक्रिया सम्पन्न करती है। परिणाम क्या होगा? वह रासायनिक अभिक्रिया तो रुक जायेगी जो कोशिका रूपी फैक्ट्री के चलते रहने के लिए आवश्यक थी, परन्तु उसके स्थान पर कोई नई हानिकारक अभिक्रिया प्रारंभ हो सकती है, जो किसी रोग को जन्म दे सकती है। इसी प्रक्रिया को म्यूटेशन कहते हैं।

उपर्युक्त-क्रिया को मधुमेह-रोग का उदाहरण लेकर समझाया जा सकता है। अधिकांश मधुमेह के रोगियों में एक निश्चित जीन के विकृत होने के कारण अग्नाशय कोशिकायें (β-cells of the islets of Zangerhans/Pancreas) इंसुलिन नामक महत्त्वपूर्ण हारमोन नहीं बनाती।

इस सन्दर्भ में तीन प्रश्न मस्तिष्क में उठते हैं—

(1) क्या एक जीव के जीन का किसी दूसरे जीव के जीन के साथ संकरण संभव है?

(2) किसी विशिष्ट जीन को एक जीव से निकालकर दूसरे जीव में प्रतिस्थापित करने पर क्या वह जीव वही पदार्थ संश्लेषित करेगा जो वह पहले जीव में कर रहा था, या इसमें कुछ परिवर्तन होगा।

(3) जिस प्रकार पुराने टूटे हुए यंत्र की मरम्मत करते हैं, क्या उसी प्रकार त्रुटिपूर्ण जीन की मरम्मत की जा सकती है?

उपर्युक्त तीनों क्रियाएं ही एक दूसरे से सम्बन्धित हैं तथा इस क्षेत्र में जिस तकनीक का उपयोग किया जाता है उसे ही जीन-इंजीनियरिंग कहते हैं। जीन की मरम्मत करना, नये जीन-संकरणों का निर्माण करना तथा जीन की संश्लेषण-क्षमता का औद्योगिक दृष्टि से उपयोग करने की विधियों को विकसित करना ही जीन–इंजीनियरिंग के अन्तर्गत आता है।

जीन-इंजीनियरिंग का प्रथम प्रयोग करने का श्रेय ब्रिटिश वैज्ञानिक श्री ग्रिफिथ को जाता है। श्री ग्रिफिथ ने न्यूमोनिया के बारे में अधिक जानकारी प्राप्त करने के लिए एक प्रयोग किया। उन्होंने देखा कि जब उष्मा द्वारा नष्ट निमोनिया के उग्र-बैक्टीरिया को निष्क्रिय या अनुग्र बैक्टीरिया के साथ चूहे के शरीर में प्रवेश कराते हैं तो निष्क्रिय बैक्टीरिया भी सक्रिय हो जाता है। जैसे कि दोनों बैक्टीरिया-स्पीशीज का आपस में संकरण हो गया हो।

परन्तु इस दिशा में महत्वपूर्ण प्रगति 1972 में हुई जबकि यह देखा गया कि किसी एक जीव से डी.एन.ए. का एक टुकड़ा लेकर उसका दूसरे जीव के डी.एन.ए. के साथ संकरण करना शरीर से बाहर अर्थात् परखनली में संभव है। इस तकनीक को 'रिकाम्बिनेंट–डी.एन.ए.' या पुनर्योगज–डी.एन.ए. नाम दिया गया है। यहां पर नोबेल पुरस्कार विजेता पॉल बर्ग द्वारा किये गये उस प्रयोग का जिक्र करना भी रोचक होगा जिसने अमेरिका व यूरोप में तहलका मचा दिया। पॉल बर्ग ने

एस.बी.–40 नामक वाइरस या विषाणु के डी.एन.ए. को ई. कोली. नामक बैक्टीरिया में सफलतापूर्वक प्रतिस्थापित किया। फलस्वरूप एक ऐसे नये जीव की रचना हुई जिसमें दोनों के ही कुछ कुछ गुण उपस्थित हैं–सामान्य ई. कोली की तरह यह मनुष्य की आंतों में पनप सकता था और वाइरस की तरह कैंसर जैसे रोग को उत्पन्न कर सकता था। इस प्रकार एक नई तकनीक का जन्म हुआ, जिसे पुनर्योगज-डी.एन.ए. तकनीक नाम दिया गया है।

"पुनर्योगज-डी.एन.ए." तकनीक द्वारा कुछ विशिष्ट ऐंजाइमों की सहायता से किसी एक जीव के जीन का दूसरे के जीन के साथ संकरण सम्भव है और इस प्रकार प्राप्त संकरित जीन में दोनों ही जीवों के गुण उपस्थित होंगे।

पुनर्योगज–डी.एन.ए. अर्थात् दो भिन्न डी.एन.ए. अणुओं को जोड़ने की विधियाँ

जैसाकि ऊपर बताया गया है, जीन-इंजीनियरिंग की कुंजी दो भिन्न डी.एन.ए. अणुओं को जोड़ कर एक नवीन डी.एन.ए. तैयार करने में निहित है, जिसको पुनर्योगज डी.एन.ए. या रिकाम्बीनेंट-डी.एन.ए. कहते हैं। अब प्रश्न उठता है कि पुनर्योगज डी.एन.ए. किस प्रकार तैयार करते हैं? इसके लिए मुख्यतः तीन विधियां प्रयुक्त की गई हैं।

प्रथम विधि–डी.एन.ए. की दो लड़ियों के अंतिम छोर पर नई डी.एन.ए. लड़ियाँ जोड़ कर

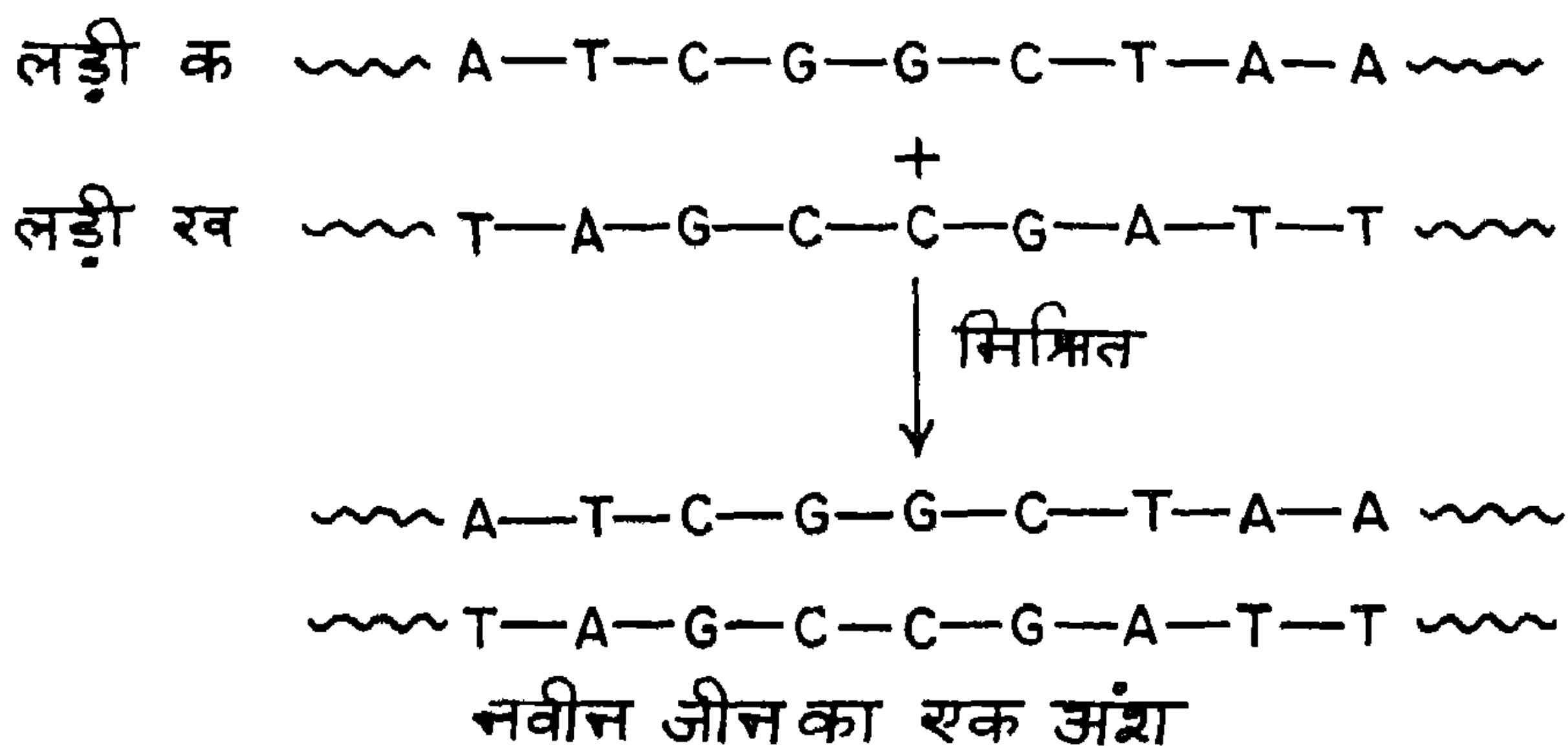
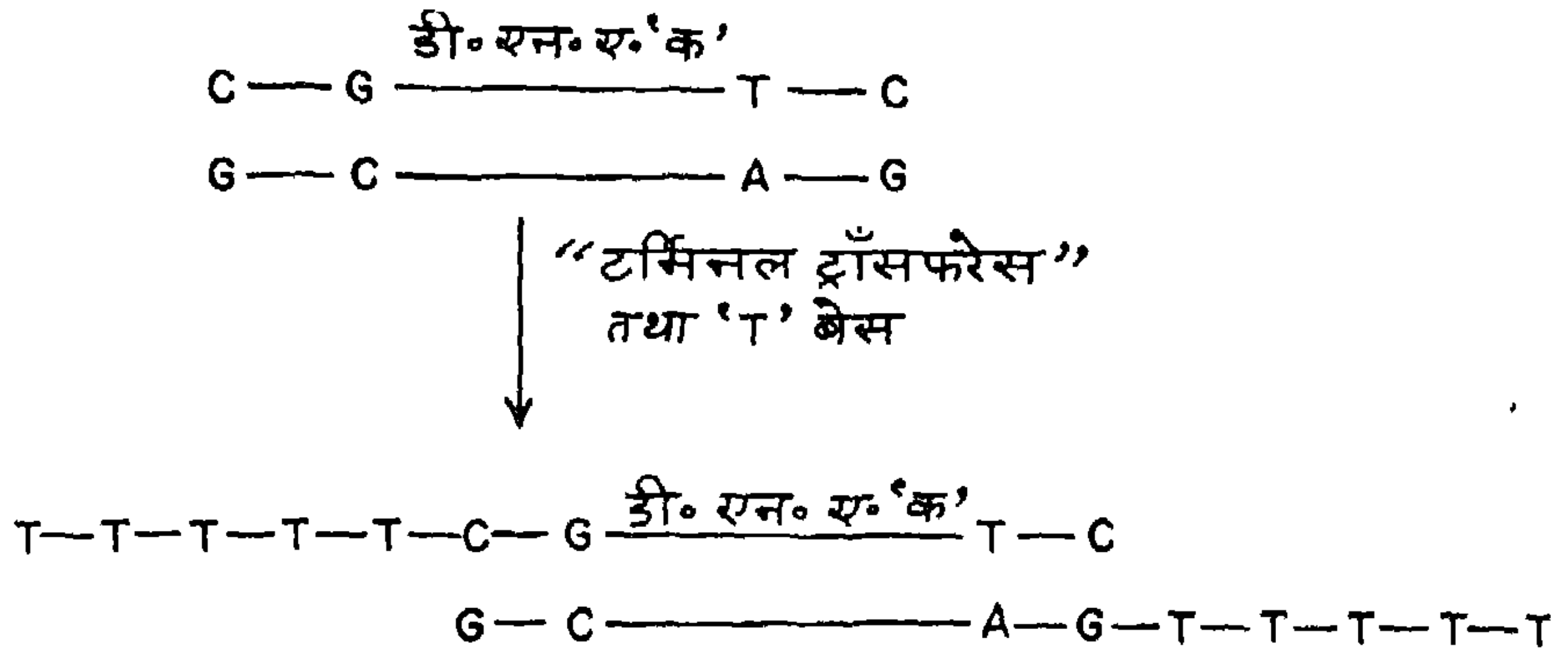
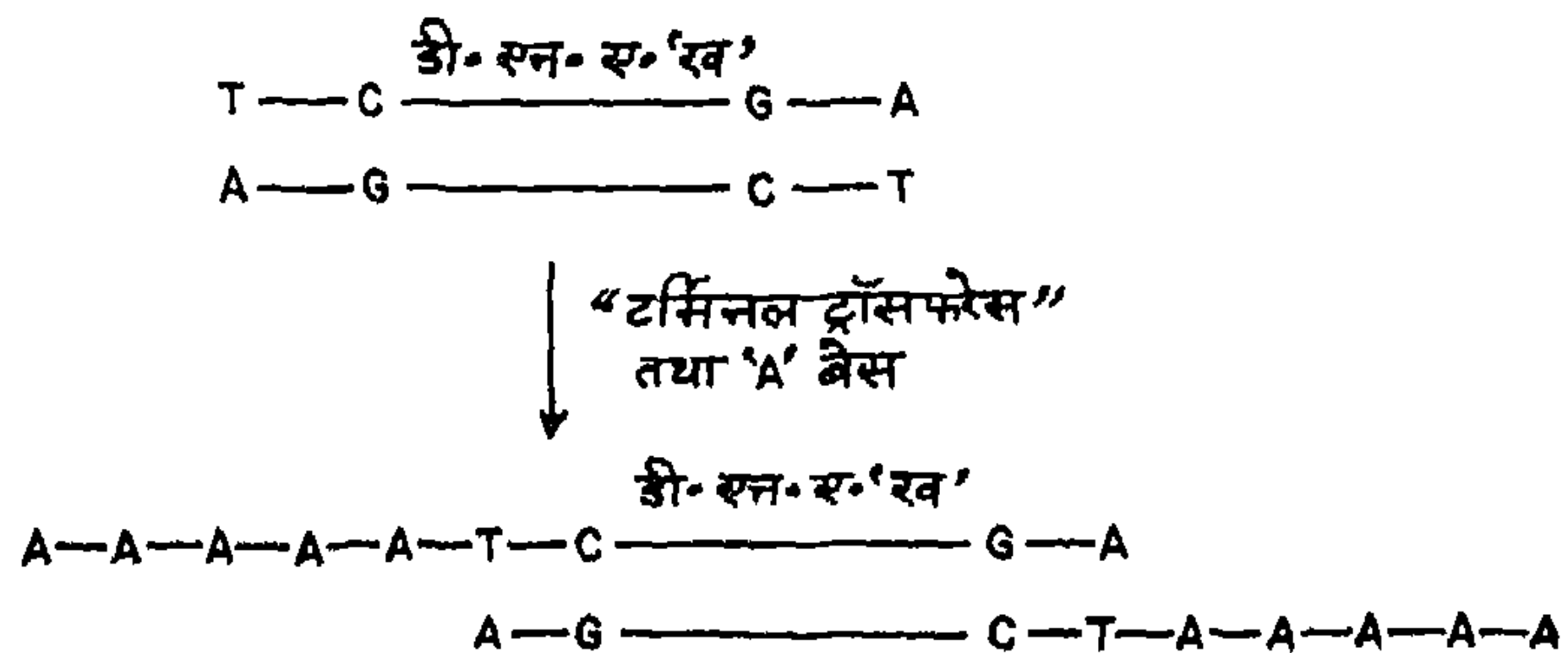
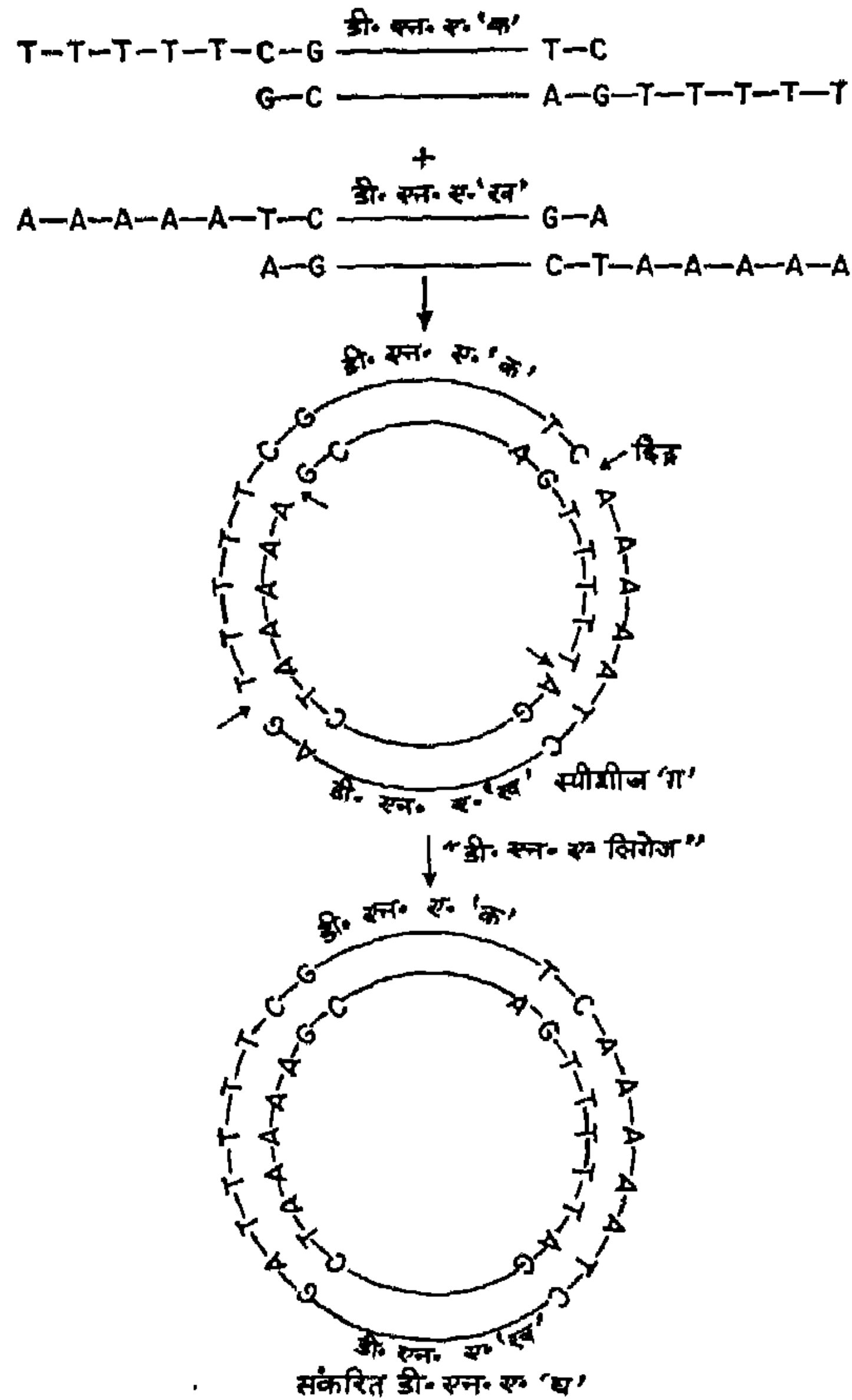
जैसाकि ऊपर वर्णन किया जा चुका है, डी.एन.ए. अणु की दो

लड़ियों में सदैव A तथा T के मध्य और G तथा C के मध्य हाइड्रोजन बंध बनते हैं। अतः A व T को तथा G व C को "संयुग्मी बेस" कहते हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि यदि हम डी.एन.ए. की दो अलग-अलग ऐसी लड़ियां लें, जिनके बेस संयुग्मी हों तो इन लड़ियों को मिलाने पर वे संयुक्त होकर द्विकुंडलीय (डबल हैलीकल) संरचना बना लेगी अर्थात् एक नया जीन बन जायेगा। उदाहरण के रूप में लड़ी क व ख को मिश्रित करने पर वे संयुक्त हो जायेगी (चित्र 3.1)।

लड़ी क ~~~ A—T—C—G—G—C—T—A—A ~~~

+

लड़ी ख ~~~ T—A—G—C—C—G—A—T—T ~~~

↓ मिश्रित

~~~ A—T—C—G—G—C—T—A—A ~~~

~~~ T—A—G—C—C—G—A—T—T ~~~

नवीन जीन का एक अंश

चित्र-3.1

इसका अथ यह हुआ कि यदि हम एक डी.एन.ए. के सिरे पर कुछ बेस संयुक्त कर दें तथा दूसरे डी.एन.ए. के सिरे पर प्रथम के संयुग्मी बेस संयुक्त कर दें और यदि अब इन दोनों स्पीशीज को मिलायें तो नई लड़ियां आपस में हाइड्रोजन बंध बना कर दो भिन्न डी.एन.ए. अणुओं को संयुक्त कर देगी। इसी विधि को पुनर्योगज—डी.एन.ए. तकनीक कहते हैं। इस कार्य के लिए एक विशिष्ट ऐंजाइम का उपयोग करते हैं जिसको 'टर्मिनल-ट्रांसफरेस' ऐंजाइम कहते हैं। इस ऐंजाइम की

विशेषता यह है कि यह डी.एन.ए. की लड़ी के सिरे पर क्रमशः एक-एक करके बेस जोड़ सकता है।

उदाहरण के रूप में डी.एन.ए. अणु "क" के सिरे पर मान लीजिए हम 'टर्मिनल ट्रांसफरेस' की सहायता से बेस T जोडते हैं–

डी॰ एन॰ ए॰ 'क'

C — G ———— T — C

G — C ———— A — G

"टर्मिनल ट्राँसफरेस" तथा 'T' बेस

↓

डी॰ एन॰ ए॰ 'क'

T—T—T—T—T—C—G ———— T — C

G — C ———— A—G—T—T—T—T—T

चित्र 3.2 – टर्मिनल ट्रांसफरेस की सहायता से डी.एन.ए. की दो लड़ियों के सिरों पर T बेस जोड़ना

अब मान लीजिए एक अन्य डी.एन.ए. अणु "ख" के सिरों "टर्मिनल ट्रांसफेरसं" की सहायता से बेस A संयुक्त कर देते हैं–

डी॰ एन॰ ए॰ 'ख'

T — C ———— G — A

A — G ———— C — T

"टर्मिनल ट्राँसफरेस" तथा 'A' बेस

↓

डी॰ एन॰ ए॰ 'ख'

A—A—A—A—A—T—C ———— G — A

A — G ———— C—T—A—A—A—A—A

चित्र 3.3 – टर्मिनल ट्रांसफरेस की सहायता से डी.एन.ए. की दो लड़ियों के सिरों पर A बेस जोड़ना

जब इन दोनों नवनिर्मित डी.एन.ए. स्पीशीज को मिश्रित करते हैं तो संयुग्मी बेस "A" तथा "T" आपस में संयुक्त होने का प्रयत्न करते हैं जिसके कारण दोनों डी.एन.ए. अणु चित्र 3.4 की भांति संयुक्त हो जाते हैं।

चित्र 3.4—पुनर्योगज डी.एन.ए. का संश्लेषण

इस प्रकार निर्मित स्पीशीज ''ग'' में अभी चार स्थानों पर जिन को तीर द्वारा दर्शाया गया है, छिद्र रह जाते हैं अर्थात् इन स्थानों पर लड़ियां संयुक्त नहीं होती। इन छिद्रों को पूरा करने के लिए ''डी.एन.ए. लिगेज'' नामक ऐंजाइम को प्रयुक्त करते हैं, जो इन स्थानों पर सहसंयोजी बंध बना कर पूर्णतः संकरित नये जीन ''घ'' का निर्माण कर देता है जो वास्तव में एक ''पुनर्योगज डी.एन.ए.'' अणु है।

वास्तव में उपर्युक्त प्रक्रिया इतनी आसान नहीं होती जितनी कि यह प्रतीत होती है। सबसे कठिन कार्य डी.एन.ए. अणुओं व प्रयुक्त ऐंजाइमों को शुद्ध अवस्था में प्राप्त करना है।

द्वितीय विधि–नियंत्रण ऐंजाइमों के उपयोग द्वारा

इस विधि का मूल सिद्धांत भी पहली विधि के समान ही है, अर्थात् संयुग्मी बेस हाइड्रोजन बंध बना कर संकरित जीन का निर्माण करते हैं। परन्तु इस विधि में एक विशेष प्रकार के ऐंजाइम इस्तेमाल करते हैं जिसके कारण यह विधि अधिक विश्वसनीय हो जाती है। इस ऐंजाइम को नियंत्रण ऐंजाइम (Restriction enzyme) कहते हैं तथा इस प्रकार के करीब 100 ऐंजाइम प्राप्त कर लिये गये हैं। ये ऐंजाइम चाकू की तरह कार्य करते हैं तथा डी.एन.ए. अणु की लड़ियों को एक विशिष्ट बेस क्रम होने पर काट देते हैं।

नियंत्रण ऐंजाइम के कार्य को समझने के लिए हम ई. कोली बैक्टीरिया से प्राप्त ईको.आर.आइ. नामक नियंत्रण ऐंजाइम का उदाहरण लेते हैं।

यह ऐंजाइम डी.एन.ए. अणु में बेसों के निम्न क्रम को पहचान कर उसे बेस 'जी' तथा 'ए' के मध्य काट देता है (चित्र 3.5)।

— G—A—A—T—T—C —
— C—T—T—A—A—G —

ईको॰ आर॰ आइ॰

—G   A—A—T—T—C—
—C—T—T—A—A   +   G—

चित्र 3.5 – नियंत्रण ऐंज़ाइम द्वारा डी.एन.ए. का विभाजन

अब यदि भिन्न स्रोतों से प्राप्त ऐसे दो डी.एन.ए. टुकड़ों को मिला दें तो संयुग्मी बेस आपस में हाइड्रोजन बंध बना कर द्विकुंडलीय संरचना बना लेगें। परंतु इस प्रकार प्राप्त स्पीशीज में पुनः दो छिद्र होते हैं, डी.एन.ए.–लिगेज का उपयोग करने पर इन छिद्रों के स्थान पर बंध बन जायेंगे तथा पूर्णतः संकरित जीन प्राप्त होगा (चित्र 3.6)।

उपर्युक्त विवरण से स्पष्ट है कि ईको.आर.आइ. और "डी.एन.ए. लिगेज" की सहायता से विभिन्न जीवों के जीनों को संयुक्त कर संकरित-जीन तैयार किये जा सकते हैं। संकरित जीन में दोनों ही जीवों के गुण उपस्थित होगें। जीन-इंजीनियरिंग के क्षेत्र में इन प्रयोगों की सफलता से अपरिमित संभावनाएं उपस्थित हो गयीं। यह प्रतीत होने लगा कि उन जीवों के संकर भी तैयार किये जा सकते हैं जिनमें बिल्कुल

---C—T—A—G—C—G---

---G—A—T—C—G—C—T—A—T—T—A----

(एक जीव के डी॰ एन॰ ए॰ से ईको॰ आर॰ आई॰ द्वारा काटा गया टुकड़ा)

+

--A—T—A—A—T—C—G—T—A--

G—C—A—T--

(दूसरे जीव के डी॰ एन॰ ए॰ से ईको॰ आर॰ आई॰ द्वारा काटा गया टुकड़ा)

छिद्र

---C—T—A—G—C—G A—T—A—A—T—C—G—T—A---

---G—A—T—C—G—C—T—A—T—T—A G—C—A—T--

"डी॰ एन॰ ए॰ लिगेज"

---C—T—A—G—C—G—A—T—A—A—T—C—G—T—A---

---G—A—T—C—G—C—T—A—T—T—A—G—C—A—T---

नवीन संकरित डी॰ एन॰ ए॰

चित्र 3.6 – ईको.आर.आई. की सहायता से पुनर्योगज डी.एन.ए. का निर्माण

भी समानता नहीं है। उदाहरण के रूप में चूहे व बन्दर का संकर। इसी प्रकार संतरे व कबूतर का संकर, इत्यादि। यह सर्वविदित है कि धार्मिक व सामाजिक कारणों से प्राचीनकाल से ही मनुष्य जाति के कुछ रिश्तों के मध्य शादी-विवाह वर्जित है। परन्तु ''पुनर्योगज-डी.एन.ए.'' तकनीक

द्वारा ऐसे मनुष्यों का संकर रूप भी उत्पन्न किया जाना सम्भव प्रतीत होने लगा है।

वास्तव में, यदि गहराई से विचार करें तो वनस्पति जगत् में ही नहीं अपितु जन्तुओं में भी नस्ल सुधार के इस प्रकार के प्रयोग किये जाते रहे हैं जिनसे पौधों की नई-नई किस्में तथा जन्तुओं, विशेष रूप से दुधारू पशुओं की उन्नत नस्ल उत्पन्न की जाती रही है। परन्तु "पुनर्योगज-डी.एन.ए." तकनीक से तो इस प्रक्रिया का क्षेत्र इतना विशाल प्रतीत होने लगा कि कोई भी दो जीवों के संकरण तैयार किये जा सकते हैं। यही नहीं, पौधों व जन्तुओं के संकरण तैयार करना भी संभव प्रतीत होने लगा।

इन सब संभावनाओं ने एक भयावह चित्र प्रस्तुत कर दिया। यह शंका व्यक्त की गई कि अनजाने में कहीं ऐसे जीवाणुओं के जीन उत्पन्न न हो जायें जो ऐसी महामारी फैला दें जिसका उपचार अभी तक ज्ञात न हो तथा आनन-फानन में मनुष्यजाति नष्ट हो जाये। कहीं ऐसे जीवाणु न उत्पन्न हो जायें जो समस्त विश्व के पैट्रोल को ही पी डालें। इससे भी बढ़कर यह खतरा अनुभव किया गया कि कहीं कोई तानाशाह ऐसी फौज तैयार न कर दें जो विश्व को ही अपना दास बना लें या दूसरे शब्दों में जीन-प्रयोगशालाओं से फ्रांकेनस्टाइन* या भस्मासुर**सदृश राक्षस बन कर निकलें जो अपने रचयिताओं को ही नष्ट कर दें। यही कारण था कि नोबेल पुरस्कार विजेता श्री पॉल बर्ग ने जो "पुनर्योगज-डी.एन.ए." तकनीक के जनकों में थे, संयुक्त राज्य अमेरिका की "नेशनल

****फ्रांकेनस्टाइन**–ऐसा काल्पनिक चरित्र जो अपने जनक को ही नष्ट कर दे।

***भस्मासुर**–पौराणिक कथाओं का एक ऐसा चरित्र जिसने तपस्या कर भगवान् शंकर से यह वरदान प्राप्त कर लिया कि वह जिसके सिर पर हाथ रख देगा, वही भस्म हो जायेगा। अंत में उसका अहंकार इतना बढ़ गया कि वह भगवान् शंकर को ही भस्म करने के लिए उतावला हो गया।

इन्स्टीट्यूट ऑफ हैल्थ" नामक संस्था को लिख कर यह अनुरोध किया कि इस प्रकार के शोधकार्य पर कुछ समय के लिए प्रतिबंध लगा दिया जाये तथा इस विषय में कुछ नियम बनाये जायें। उसी के अनुरूप उपर्युक्त संस्था ने "पुनर्योगज-डी.एन.ए." के क्षेत्र में शोध के कुछ नियम निर्धारित किये।

परन्तु अधिक गहराई से विचार करने पर उपर्युक्त धारणाएं काफी हद तक निर्मूल साबित हुई। जीवों, विशेष रूप से उच्च जीवों की कोशिकाओं में डी.एन.ए. अणुओं की इतनी विशाल मात्रा रहती है कि "पुनर्योगज-डी.एन.ए." तकनीक द्वारा कोई उपयोगी संकरण बनाना प्रतीत नहीं होता। यही कारण है कि इस तकनीक का अब तक प्रयोग बैक्टीरिया विशेष रूप से ऐशिरिकीआ कोली पर किया गया है तथा कुछ उपयोगी प्रक्रियाओं को विकसित किया गया है। इसको समझने के लिए अब हम जीन-इंजीनियरिंग के एक अन्य पहलू पर विचार करते हैं।

तीसरी विधि—क्लोनिंग

जैव-तकनीक की दृष्टि से यह विधि सर्वाधिक सरल अतः सर्वाधिक उपयोगी सिद्ध हुई है। इसका विकास सर्वप्रथम 1973 में किया गया।

कोशिकाओं में डी.एन.ए. का पुनर्लिपिकरण (Replication) तभी होता है, जब यह एक विशेष जीन से संयुक्त रहता है। यह जीन ही "पुनर्लिपिकरण" का आदेश देता है, तभी डी.एन.ए. का अनुलिपिकरण होता है, अर्थात् उस जैसा ही दूसरा डी.एन.ए. अणु बन जाता है। कोशिका में इन "पुनर्लिपिकरण-जीनों" की संख्या बहुत कम होती है। उदाहरण के रूप में कुछ जीवाणुओं के क्रोमोसोम में यद्यपि 3000 से 5000 तक जीन होते हैं परन्तु उनमें "पुनर्लिपिकरण-जीन" एक ही होता है।

इस "पुनर्लिपिकरण-जीन" की एक और विशेषता होती है। यदि इस जीन को इसके मूल डी.एन.ए. से अलग कर किसी अन्य डी.एन.ए. के साथ जोड़ दिया जाए तो यह दूसरे डी.एन.ए. का ही पुनर्लिपिकरण करने लगता है। इस जीन के इसी गुण का उपयोग जैव-तकनीक में किया गया है।

कुछ बैक्टीरियाओं में छोटे वृत्ताकार डी.एन.ए. अणु होते हैं, जिनमें स्वयं पुनरावृत्ति की क्षमता होती है। इन वृत्ताकार डी.एन.ए. अणुओं को प्लैसमिड (Plasmids) कहते हैं। प्रत्येक प्लैसमिड में "पुनर्लिपिकरण-जीन" उपस्थित रहता है। यही कारण है कि ऐसी बैक्टीरीय-कोशिका (जिसमें प्लैसमिड रहता है) उपयुक्त संवर्धन माध्यम में तेजी से बढ़ती है तथा कुछ ही समय में इस प्रकार की अरबों कोशिकाएं बन जाती हैं।

अब प्रश्न यह उठता है कि अरबों कोशिकाओं में से प्लैसमिड को किस प्रकार छांटा जाये। वैज्ञानिकों ने इसका बड़ा आसान तरीका विकसित किया है। इन प्लैसमिडों में "पुनर्लिपिकरण-जीन" के अतिरिक्त अन्य विशिष्ट जीन भी होते हैं। उदाहरण के रूप में, कुछ प्लैसमिडो में ऐसा जीन होता है जो इस प्रकार का ऐंजाइम उत्पन्न करता है जो पेनिसिलीन-सदृश ऐंटिबायोटिक को नष्ट कर दे। ऐसे प्लैसमिड पर पेनिसिलीन का कोई प्रभाव नहीं होगा। इसका अर्थ यह हुआ कि यदि ऐसे बैक्टीरिया को पेनिसिलीन-युक्त माध्यम से पोषित करें तो केवल प्लैसमिड ही जिन्दा रहेगें (क्योंकि उनमें ऐसा जीन है जो पेनिसिलीन को नष्ट कर देता है) शेष सभी कोशिकाएं मर जायेंगी। इस विधि से अरबों कोशिकाओं में से भी प्लैसमिडो को अलग किया जा सकता है।

अब आइये देखें कि प्लैसमिड का उपयोग जैव-तकनीक में किस प्रकार करते हैं?

हम पिछले अध्याय में यह देख चुके हैं कि शरीर में प्रत्येक पदार्थ के संश्लेषण के लिए कोई निश्चित जीन जिम्मेदार है। अब यदि इस विशिष्ट जीन को प्लैसमिड के साथ उपर्युक्त विधि द्वारा संकरित कर दिया जाये तथा इस प्रकार निर्मित संकरित डी.एन.ए. को पुन: बैक्टीरीय-कोशिका में स्थापित कर उपयुक्त संवर्धन-माध्यम में पनपने दें तो यह देखा गया कि इस बैक्टीरिया में भी वह जीन वही पदार्थ संश्लेषित करता है जो कि वह मानव-कोशिका में करता था। इस समस्त प्रक्रिया को ही **क्लोनिंग** कहते हैं। पोषी-बैक्टीरिया के रूप में साधारणत: ई.कोली बैक्टीरिया का उपयोग किया जाता है। क्लोनिंग को चित्र 3.7 में दर्शाया गया है।

वास्तव में, क्लोनिंग की तुलना जिराक्स से की जा सकती है। उदाहरण के रूप में, मान लीजिये एक छपे हुए पृष्ठ में बीच में कुछ वाक्य जोड़ने हैं। उसके लिए हम पृष्ठ को उस स्थान से काट लेते हैं तथा बीच में वाक्य जोड़ कर पृष्ठ को पुन: चिपका देते हैं। अब इस पृष्ठ की जिराक्स करने पर जो प्रति प्राप्त होगी, उसमें वाक्य ऐसा ही प्रतीत होगा जैसे कि यह प्रारंभ से ही इसका भाग हो।

चित्र 3.7 – प्लैसमिड द्वारा क्लोनिंग

क्लोनिंग द्वारा सर्वप्रथम इंसुलिन को 1982 में प्राप्त किया गया जो अब "ह्यूमिलिन" के नाम से बिकती है। इंसुलिन की ई. कोली बैक्टीरिया द्वारा क्लोनिंग को निम्न चित्र 3.8 में दर्शाया गया है–

चित्र 3.8 – इंसुलिन का क्लोनिंग द्वारा उत्पादन

क्लोनिंग द्वारा ही बौनेपन के इलाज के लिए आवश्यक हार्मोन (HGH, Humans Growth Harmone) 'जिसे ह्यूमन ग्रोथ हारमोन कहते हैं', प्राप्त कर लिया गया है तथा अनेक अन्य पदार्थ प्राप्त करने का प्रयत्न किया जा रहा है जिसके बारे में हम अगले अध्याय में पढ़ेंगे।

उपर्युक्त विवरण से स्पष्ट है कि क्लोनिंग द्वारा प्राप्त सभी कोशिकाओं में केवल एक ही प्रकार के जीन रहते हैं। यह प्रक्रिया माता-पिता से उत्पन्न संतान या ग्राफ्टिंग से प्राप्त पौधे से बिल्कुल विपरीत है क्योंकि माता-पिता से उत्पन्न संतान में दोनों के ही जीन होते हैं तथा इसी प्रकार ग्राफ्टिंग से प्राप्त पौधे में दोनों पौधों के गुण होते हैं। वास्तव में, क्लोनिंग की तुलना कटिंग से तैयार पौधे या अलैंगिक जनन (Asexual reproduction) से की जा सकती है।

जन्तुओं में क्लोनिंग करना यद्यपि अत्याधिक कठिन कार्य है परन्तु मेंढक के भ्रूण की कोशिका की क्लोनिंग कर मेंढक उत्पन्न किया गया है। यहां पर यह स्पष्ट करना उचित होगा कि पूर्णतः विकसित मेंढक की कोशिका की क्लोनिंग द्वारा मेंढक उत्पन्न करना अभी तक सम्भव नहीं हो पाया है।

उपर्युक्त वर्णन से यह प्रश्न उठता है कि क्या मानव कोशिका की क्लोनिंग सम्भव हो सकती है, यदि हां तो यह बड़ा ही भयावह चित्र उपस्थित कर देती है क्योंकि फिर तो राक्षसों की फौज तैयार की जा सकती है। यही कारण था कि नोबेल पुरस्कार विजेता पाल बर्ग ने, जो "पुनर्योगज-डी.एन.ए." तकनीक के विकसित करने वालों में से एक हैं, संयुक्त राज्य अमेरिका की "नैशनल इन्स्टीट्यूट ऑफ हैल्थ" नामक संस्था को लिख कर अनुरोध किया कि इस प्रकार के शोध कार्य पर कुछ समय के लिए प्रतिबंध लगा दिया जाये तथा इस विषय में कुछ नियम

बनाये जायें। उसी के अनुरूप उपर्युक्त संस्था ने "पुनर्योजन-डी.एन.ए." के क्षेत्र में शोध के कुछ नियम निर्धारित किये। बाद में हमारे देश की संस्था भारतीय राष्ट्रीय विज्ञान अकादमी ने भी इस कार्य के लिए एक कमेटी बनायी तथा उसने भी कुछ नियम निर्धारित किये।

परन्तु अधिक गहराई से विचार करने पर यह पाया गया कि मानव-कोशिका की क्लोनिंग कर कृत्रिम मानव तैयार करना लगभग असम्भव है। क्यों? क्योंकि, जैसा पहले बताया जा चुका है, मानव कोशिका में 30-40 लाख जीन होते हैं, जबकि क्लोनिंग द्वारा हम केवल 40-50 जीनों को ही नियंत्रित रूप में उत्पन्न कर सकते हैं। वास्तव में क्लोनिंग द्वारा मनुष्य उत्पन्न करने का प्रयत्न करना ठीक वैसा ही हुआ जैसाकि कबाड़ी की दुकान में घुस पर आप 4-5 पुर्जे उठा कर कार का इंजिन तैयार करना चाहें।

□□□

4

जैव-तकनीक के उपयोग

पिछले अध्यायों में जैव-तकनीक के कुछ आधारभूत सिद्धांतों का वर्णन किया गया है। अब आइये जरा इस पर भी गौर करें कि वैज्ञानिकों ने इस तकनीक का किस-किस क्षेत्र में उपयोग किया है तथा भविष्य में इस तकनीक से क्या-क्या आशाएं की जा सकती हैं।

प्रारंभ में तो जैव-तकनीक की सफलता से यह प्रतीत होने लगा, जैसे मनुष्य जाति को वास्तव में अलादीन का चिराग मिल गया या कहिये कामधेनु गाय मिल गयी, जिससे जो चाहो मिल जाये। यही कारण था कि सत्तर के दशक में अमेरिका तथा यूरोप की बड़ी-बड़ी कम्पनियां इस तकनीक की सहायता से औषधियों व अन्य पदार्थों के उत्पादन के लिए अरबों डालर लगाने के लिए तैयार हो गईं और उनमें इस बात की होड़ लग गयी कि कौन सबसे पहले बड़े-बड़े वैज्ञानिकों से अनुबन्ध कर ले। परन्तु जब कल्पनाएं वास्तविकता के धरातल पर आने लगी तो इस तकनीक की सीमाएं भी दिखाई देने लगी तथा छोटी कम्पनियों का साहस

ठंडा पड़ने लगा। इसी के साथ एक दूसरा पहलू भी आंखों के सामने उभरने लगा—इस तकनीक द्वारा भयंकर-विनाश की सम्भावनाएं। अब तो पूरे विश्व में इस बात पर ही बहस छिड़ गयी कि जैव-तकनीक मानव जाति के लिए उपयोगी है या विनाशकारी। दोनों ही पक्ष अपनी-अपनी बात बढ़ा-चढ़ा कर कहने लगे।

इस अध्याय में हम जैव-तकनीक के दोनों ही पक्षों का संक्षेप में वर्णन करेंगे। परन्तु गहराई से विचार करने पर पलड़ा उपयोगी-पक्ष का ही भारी लगता है।

जैव-तकनीक की औषध जगत् में विपुल सम्भावनाएं प्रतीत होती हैं। इसके अतिरिक्त यह भी आशा की जाती है कि अनेक उपयोगी रसायन पदार्थ आसानी से इस विधि से संश्लेषित किये जा सकते हैं। कृषि के क्षेत्र में भी इस तकनीक को प्रयुक्त करने के प्रयत्न किये जा रहे हैं। इसके अतिरिक्त एक महत्वपूर्ण सम्भावना है—जीन-चिकित्सा की, जिसकी सहायता से ऐसा लगता है, भविष्य में आनुवांशिक—रोगों पर विजय प्राप्त की जा सकती है। इन सभी क्षेत्रों में जैव-तकनीक के सम्भावित उपयोगों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया जा रहा है।

1. जैव-तकनीक का औषध-निर्माण में उपयोग

क. प्रोटीनों व हारमोनों का संश्लेषण

मानव-शरीर में कुछ उतकों में ऐसी प्रोटीन उत्पन्न होती है जो शरीर की कुछ विशिष्ट क्रियाओं पर नियंत्रण रखती है। इन प्रोटीनों के संश्लेषण में गड़बड़ उत्पन्न होने पर शरीर रोगी हो जाता है। ऐसी दशा में इन प्रोटीनों को औषधियों के रूप में रोगी को देना आवश्यक हो जाता है। इसको स्पष्ट रूप से समझने के लिए हम इंसुलिन का उदाहरण

लेते हैं। अग्नाशय की कुछ कोशिकाओं में इंसुलिन उत्पन्न होती है जो रक्त में शर्करा की मात्रा को नियंत्रित रखती है। परन्तु मधुमेह के रोगियों में इंसुलिन पर्याप्त मात्रा में उत्पन्न नहीं होती, जिसके कारण उनको औषधि के रूप में इंसुलिन देनी पड़ती है। यही कारण है कि इंसुलिन को काफी अधिक मात्रा में संश्लेषित करना पड़ता है। संश्लेषण-विधि जटिल होने के कारण इंसुलिन काफी महंगी होती है। यही कहानी मानव शरीर में उत्पन्न कुछ अन्य प्रोटीन-औषधियों की है, जैसे—मानव-वृद्धि हारमोन (ह्यूमन ग्रोथ हारमोन), इंटरफेरॉन, रेनिन आदि।

इस संदर्भ में वैज्ञानिकों का ध्यान इस ओर गया कि यदि ये प्रोटीन मानव-शरीर में उत्पन्न होती हैं, तो स्वाभाविक रूप से कुछ विशिष्ट जीन ही इन प्रोटीनों के संश्लेषण के लिए जिम्मेदार हैं। इसका अर्थ यह हुआ कि यदि इन विशिष्ट जीनों को प्राप्त कर लिया जाये तो क्या क्लोनिंग द्वारा (देखें पिछला अध्याय) इन प्रोटीनों को कृत्रिम रूप से संश्लेषित किया जा सकता है। इस प्रकार जीन-इंजीनियरिंग विधि से तैयार कुछ बैक्टीरिया फैक्ट्री की तरह कार्य करने लगते हैं और इनकी सहायता से बहुत कम लागत में अनेक औषधियां तैयार की जा सकती है।

1982 में जैव-तकनीक द्वारा सर्वप्रथम इंसुलिन प्राप्त करने में सफलता मिली। इस प्रकार संश्लेषित इंसुलिन का व्यापारिक नाम ''ह्यूमूलिन'' दिया गया।

कुछ व्यक्ति बौने होते हैं, इसका कारण उनमें एक विशिष्ट

हारमोन—शरीर में बनने वाले वे पदार्थ हैं जो कुछ विशिष्ट शारीरिक क्रियाओं को नियंत्रित करते हैं।

हारमोन की कमी है जिसको ह्यूमैन ग्रोथ हारमोन (मानव-वृद्धि हारमोन) कहते हैं। यह शरीर में इतनी अल्प मात्रा में होता है कि इसको किसी बौने के इलाज के लिए पर्याप्त मात्रा में प्राप्त करना बड़ा कठिन कार्य है। परन्तु हाल ही में क्लोनिंग द्वारा इस हारमोन को संश्लेषित करने में सफलता मिल गई है।

ख. इण्टरफेरॉन व अन्य प्रतिरक्षी (ऐण्टिबॉडी) प्रोटीनों का संश्लेषण

इण्टरफेरॉन एक महत्वपूर्ण ऐण्टिबॉडी-प्रोटीन है। लेकिन ऐण्टिबॉडी प्रोटीन है क्या? प्रकृति ने हमारे शरीर में ही इस प्रकार की प्रतिरोधी-क्षमता उत्पन्न की है कि वह स्वयं ही अनेक प्रकार के रोगों का सामना कर सकता है। वास्तव में जब रोगाणु (वाइरस या बैक्टीरिया) शरीर के किसी भाग पर आक्रमण करता है तो तुरन्त ही उस भाग की कोशिकाएं ऐसा पदार्थ संश्लेषित करना प्रारंभ कर देती हैं जो अन्य स्वस्थ कोशिकाओं से जुड़ कर उन्हें रोगी होने से बचाता है। इन्हीं पदार्थों को ऐण्टिबॉडी कहते हैं तथा ये शर्करा-युक्त प्रोटीन होते हैं। इण्टरफेरॉन महत्वपूर्ण ऐण्टिबॉडी है।

अब प्रश्न यह उठता है कि शरीर में ऐण्टिबॉडी बनते किस प्रकार हैं? होता यह है कि वाइरस में उपस्थित कोई विशिष्ट जीन मनुष्य-कोशिका या पोषी-कोशिका को उत्प्रेरित करता है जिसके कारण वह कोशिका एक विशिष्ट ऐण्टिबॉडी का संश्लेषण करने लगती है। यह ऐण्टिबॉडी वाइरस के आक्रमण का प्रतिरोध करती है तथा शरीर स्वस्थ बना रहता है। इस समस्त क्रिया को चित्र 4.1 में दर्शाया गया है।

इसका अर्थ यह हुआ कि यदि वाइरस में उपस्थित उस जीन को पृथक कर दिया जाये जो पोषी कोशिका में ऐण्टिबॉडी को उत्प्रेरित करता है तो प्लैसमिड में इस जीन को प्रतिस्थापित कर क्लोनिंग द्वारा

चित्र 4.1 – शरीर में ऐंटिबॉडी-पदार्थ के निर्माण की प्रक्रिया

विभिन्न ऐण्टिबॉडी संश्लेषित किये जा सकते हैं। वास्तव में इस तकनीक द्वारा इण्टरफेरॉन संश्लेषित किये जा चुके हैं तथा अन्य अनेक ऐण्टिबॉडी-पदार्थों को संश्लेषित करने का प्रयत्न किया जा रहा है।

देखा गया है कि कई वाइरस इण्टरफेरॉन-ऐण्टिबॉडी ही उत्पन्न करते हैं। इससे लगता है कि इण्टरफेरानों के उपयोग द्वारा शरीर में अनेक रोगों के प्रति प्रतिरोधी-क्षमता उत्पन्न की जा सकती है। यह भी आशा की जाती है कि शायद इस तकनीक द्वारा कैंसर जैसे भयंकर रोग पर भी नियंत्रण करना सम्भव हो जाये।

ग. टीकों (Vaccines) का निर्माण

अनेक बीमारियों, जैसे चेचक, डिप्थीरिया, टिटेनस व पोलियो आदि की रोकथाम के लिए टीके लगाये जाते हैं। परन्तु इन टीकों को तैयार करने की वर्तमान विधि काफी कठिन एवं खर्चीली है। आशा की

जाती है कि क्लोनिंग द्वारा न केवल इन रोगों के टीकों को, अपितु अनेक अन्य रोगों के टीकों को भी बहुत कम खर्च पर तैयार किया जा सकता है।

घ. ऐण्टिबायोटिक-पदार्थों का निर्माण

आशा की जाती है कि जैव तकनीक द्वारा न केवल पहले से ज्ञात ऐण्टिबायोटिक ·औषधियों को कम मूल्य पर प्राप्त करना सम्भव है, अपितु अनेक नये ऐण्टिबायोटिक-पदार्थों को भी संश्लेषित कर सकते हैं।

ङ. दर्द-निवारक औषधियों का संश्लेषण

यह ज्ञात हुआ है कि हमारे मस्तिष्क में मार्फीन-सम्बन्धित यौगिकों का संश्लेषण होता है। हम जानते हैं कि ये यौगिक प्रभावशाली रूप से दर्द खत्म करते हैं तथा नींद लाते हैं। मस्तिष्क में इन यौगिकों की उपस्थिति एक महत्वपूर्ण व आश्चर्य जनक खोज है। इससे यह सम्भावना व्यक्त की गई है कि जीन-तकनीक द्वारा अत्यन्त प्रभावशाली दर्द-निवारक औषधियां तैयार की जा सकती हैं जो ऐसपिरीन तथा मार्फीन का स्थान ले सकती हैं।

2. ईंधन व रसायन पदार्थों का उत्पादन

शर्करा के यीस्ट द्वारा किण्वन से एथेनॉल का उत्पादन प्राचीनकाल से किया जाता रहा है। वास्तव में, यह भी जैव तकनीक का ही एक अंग है। किन्तु जीन-इंजीनियरिंग का विकास होने के कारण यह सम्भव लगता है कि इस प्रक्रिया को और भी अधिक तेजी से किया जा सकता है और साथ ही सैल्युलोस-युक्त पदार्थों से भी ऐल्कोहॉल प्राप्त कर सकते हैं। यीस्ट के जीनों को सैल्युलोस-युक्त पदार्थों में प्रतिस्थापित कर यह कार्य किया जाना सम्भव प्रतीत होता है। इसी तरह से यह आशा की

जाती है कि जैव तकनीक की सहायता से सैल्युलोसयुक्त अपद्रव्यों से अनेक ऐमीनों अम्लों, ऐसीटोन, ऐसीढिक अम्ल, ब्यूटेनॉल सदृश उपयोगी रसायनों का उत्पादन निकट भविष्य में सम्भव हो जायेगा।

प्राकृतिक गैस के रूप में मेथेन का ईंधन के लिए उपयोग किया जाता है। वास्तव में कुछ सूक्ष्म जीव (microorganisms) कार्बोहाइड्रेटों, वसाओं व प्रोटीन पदार्थों को वायुहीन (Anaerobic) प्रक्रिया द्वारा मेथेन में परिवर्तित कर देते हैं जो प्राकृतिक गैस के रूप में प्राप्त होती है। ऐसी आशा की जाती है कि मेथेन-उत्पादक जीवाणुओं में इस कार्य से संबंधित जीनों को पृथक् किया जा सकता है जिनको सैल्युलोस-युक्त अपद्रव्यों में प्रतिस्थापित करने पर मेथेन का उत्पादन विपुल मात्रा में संभव हो जायेगा तथा ऊर्जा के नये स्रोत विकसित किये जा सकेंगे।

3. जैव-तकनीक का कृषि में उपयोग

कृषि उत्पादन मुख्यतः दो विधियों द्वारा बढ़ाया जाता है—पौधों की अच्छी संकर-किस्में तैयार करके, जो अधिक उत्पादन दे तथा उर्वरकों का इस्तेमाल कर।

पौधों की संकर-किस्मों को विकसित करने की दो विधियों से हम सभी परिचित हैं—पर-परागण (क्रॉस पॉलिनेशन) तथा रोपण (ग्राफ्टिंग)। इन विधियों को वनस्पति-शास्त्री हजारों वर्षों से इस्तेमाल कर रहे हैं। परन्तु इन दोनों ही विधियों में कुछ कमियां है। पर-परागण तथा ग्राफ्टिंग एक ही स्पीशिज के पौधों के मध्य सफल होते हैं। उदाहरण के रूप में आप केवल गुलाब की दो किस्मों के बीच ही ग्राफ्टिंग कर सकते हैं। यह सम्भव नहीं कि गुलाब व डहेलिया के मध्य ग्राफ्टिंग कर दें। इसी प्रकार गेहूं की दो किस्मों के मध्य पर-परागण द्वारा तीसरी संकर

किस्म तैयार कर सकते हैं, परन्तु गेहूं व चावल के मध्य संकरण करना सम्भव नहीं है। इसके अतिरिक्त उपर्युक्त दोनों विधियां ही काफी धीमी है। संकर-किस्म में एक नया गुण उत्पन्न करने में ही काफी समय लग जाता है।

जीन-इंजीनियरिंग द्वारा अब किसी पौधे में नये गुण कुछ ही दिनों में उत्पन्न किये जा सकते हैं। यही नहीं अब इस तकनीक द्वारा विभिन्न स्पीशीज के पौधों के संकर भी तैयार कर सकते हैं। यह भी आशा की जाती है कि जैव-तकनीक द्वारा हम शीघ्र ही ऐसे पौधों की किस्में तैयार कर लेगें जिनको बहुत कम सिंचाई की आवश्यकता हो ताकि सूखे-क्षेत्रों में भी खेती की जा सके। सम्भवतः, ऐसी किस्में भी विकसित की जा सके जिनको बहुत कम खाद की आवश्यकता पड़े।

कृषि-क्षेत्र में दूसरा महत्वपूर्ण प्रश्न है, उर्वरक का। बिना उर्वरक के अधिक अन्न पैदा करना सम्भव नहीं है। यही कारण है कि कृषि-उत्पादन बढ़ाने के लिए नाइट्रोजन-युक्त उर्वरक बनाने के कारखाने खोलना आवश्यक है। परन्तु दूसरी ओर वायुमंडल नाइट्रोजन का असीम भण्डार है। स्वाभाविक रूप से वैज्ञानिकों के मस्तिष्क में यह प्रश्न घूमता रहा है कि क्या वायुमंडल की नाइट्रोजन को उर्वरक के रूप में इस्तेमाल करने का कोई आसान तरीका विकसित नहीं किया जा सकता? लगता है, निकट भविष्य में जीन-इंजीनियरिंग द्वारा यह सम्भव हो जायेगा। परन्तु कैसे? यदि आप मटर के पौधे को उखाड़ कर देखें तो पायेंगे कि उसकी जड़ों में छोटी-छोटी गांठे होती हैं मटर ही नहीं अपितु इस प्रकार की गांठें सभी फलीदार पौधों की जड़ों में होती हैं। इन पौधों को लेग्यूम कहते हैं। जड़ों में स्थित ये गाँठे बड़ी महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि इनमें ऐसे बैक्टीरिया रहते हैं जो वायुमंडलीय नाइट्रोजन को उर्वरक में बदल देते हैं। इन बैक्टीरिया को नाइट्रोजन-यौगिकीकरण बैक्टीरिया

कहते हैं। यही कारण है कि इन पौधों को खाद की आवश्यकता नहीं पड़ती। अब प्रश्न उठता है कि केवल ये बैक्टीरिया ही क्यों वायुमंडलीय नाइट्रोजन को उर्वरक में बदलते हैं? स्पष्ट है कि इन बैक्टीरियाओं में कोई ऐसा जीन उपस्थित है जो इस कार्य को सम्पन्न करता है। इसका अर्थ यह हुआ कि यदि इस जीन को पृथक् कर लिया जाय तो क्लोनिंग द्वारा ऐसे पौधे उत्पन्न किये जा सकते हैं जो स्वयं ही अपने लिए उर्वरक उत्पन्न कर लें।

चित्र 4.2 — फलीदार पौधों की जड़ों में स्थित गांठें

उदाहरण के रूप में गेहूं व चावल के पौधों की जड़ों में नाइट्रोजन-यौगिकीकरण बैक्टीरिया नहीं होते। परन्तु जीन-इंजीनियरिंग के विकास से अब यह सम्भव लगने लगा है कि गेहूं व चावल जैसे महत्वपूर्ण अनाजों की ऐसी किस्में विकसित की जा सकती हैं जिनके लिए उर्वरकों की आवश्यकता ही न हो। यद्यपि अभी तक नाइट्रोजन-यौगिकीकरण बैक्टीरिया को केवल यीस्ट में ही प्रतिस्थापित किया जा सका है और ये प्रयोग गेहूं, चावल जैसे पौधों में सफल नहीं हुए हैं, परन्तु वैज्ञानिकों ने आशाएं नहीं छोड़ी हैं।

4. जीन-चिकित्सा

शरीर की प्रत्येक क्रिया को एक विशिष्ट प्रोटीन ही नियंत्रित करती है तथा प्रत्येक प्रोटीन का संश्लेषण एक विशिष्ट जीन के आदेश पर ही

होता है। मान लीजिये इस जीन में किसी कारण कोई गड़बड़ हो गई अर्थात् इसके बेसों का विशिष्ट क्रम बिगड़ गया। यह कारण कुछ भी हो सकता है—जैसे विकिरण तथा कुछ जहरीले रासायनिक पदार्थ आदि। जीन की विशिष्ट संरचना में गड़बड़ी को म्यूटेशन कहते हैं। अब यह त्रुटिपूर्ण जीन उस विशिष्ट प्रोटीन को संश्लेषित करने का आदेश नहीं दे पायेगा जो यह अभी तक कर रहा था। अब इसका परिणाम यह होगा कि वह शारीरिक क्रिया रूक जायेगी जो इस प्रोटीन के कारण होती थी। इसके स्थान पर अब कोई हानिकारक क्रिया प्रारंभ हो सकती है।

म्यूटेशन की सम्भावना सबसे अधिक उन कोशिकाओं में होती है जो निरन्तर विभक्त होती रहती हैं। जैसे पुरुष में शुक्राणु व महिलाओं में डिम्ब बनाने वाली कोशिकाएं। इनमें म्यूटेशन होने का अर्थ होगा कि सन्तान को ये विकृत जीन या क्रोमोसोम मिलेंगे तथा उनमें रोग उत्पन्न हो जायेगा।

उपर्युक्त विवरण के सन्दर्भ में दो प्रश्न उठते हैं—यदि किसी व्यक्ति में किसी जीन के म्यूटेशन के कारण कोई रोग उत्पन्न होता है तो क्या यह सम्भव है कि उस जीन की मरम्मत कर दी जाये ताकि वह पुनः ठीक प्रकार कार्य कर सके। दूसरे यह कि क्या इस त्रुटिपूर्ण जीन को सन्तान में जाने से रोका जा सकता है ताकि आनुवांशिक रोग उत्पन्न न हों? जीन की मरम्मत कर रोगों की रोकथाम करने को ही **जीन-चिकित्सा** कहते हैं। दूसरी ओर विभिन्न तरीकों से सन्तान के आनुवांशिक-गुणों को सुधारने की पद्धति को सृजनन (eugenics) कहते हैं।

आइये पहले देखें कि उस व्यक्ति की स्वयं की चिकित्सा कैसे की जा सकती है जिसमें किसी जीन के म्यूटेशन के कारण कोई रोग उत्पन्न हो गया है। अच्छा तो यह होगा कि उस जीन को बदल दिया जाय,

अर्थात् डी.एन.ए. के उतने भाग को (जितने में वह जीन है) काट कर अलग किया जाय तथा उसके स्थान पर सही टुकड़ा जोड़ दिया जाय। यह कार्य तो ऐसा हुआ जैसे किसी पाइप-लाइन का कुछ हिस्सा खराब हो जाने पर उसे काट कर अलग कर देते हैं तथा उसके स्थान पर नया पाइप का टुकड़ा डाल देते हैं (चित्र 4.3)

चित्र 4.3—जीन की मरम्मत की तुलना पाइप की मरम्मत से की जा सकती है।

परन्तु यह कार्य इतना आसान नहीं है। किसी कोशिका में एक जीन को बदलना बड़ा कठिन है, लेकिन उस पूरी कोशिका या कुछ कोशिकाओं के समूह को स्वस्थ कोशिकाओं द्वारा बदलना उतना कठिन नहीं है। अतः करते यह हैं कि उस कोशिका को ज्ञात कर लेते हैं जिसमें जीन त्रुटिपूर्ण है। फिर उस कोशिका को बदल दिया जाता है। उदाहरण के रूप में मान लीजिये किसी व्यक्ति में ऐसा रोग प्रकट होता है जिसका कारण यकृत की कोशिकाओं में उपस्थित जीन की गड़बड़ी है। तो यदि यकृत की उन कोशिकाओं के स्थान पर स्वस्थ यकृत की कोशिकाओं को शल्य-चिकित्सा द्वारा लगा दी जाय तो वह रोग ठीक हो सकता है। इस विधि पर काफी कार्य हो रहा है तथा यह आशा की जाती है कि भविष्य में अनेक गंभीर रोगों का इलाज संभव हो जायेगा। कुछ प्रकार के कैंसर का इलाज भी जीन-चिकित्सा विधि से करने का प्रयत्न चल रहा है और कुछ सफलता भी मिली है।

अब दूसरा प्रश्न है, आनुवांशिक रोगों पर विजय प्राप्त करने का। इसको दो प्रकार से करने का प्रयत्न किया जा रहा है। प्रथम तो यह कि यदि किसी माता या पिता में किसी आनुवांशिक-रोग के बारे में मालूम हो जाये तो उनको सन्तान उत्पन्न न करने की सलाह दी जाये। दूसरा तरीका यह भी है कि शुक्राणु या अण्डाणु में रोगी जीन को बदल दिया जाये। यह विधि काफी कठिन प्रतीत होती है, परन्तु विज्ञान के लिए कुछ भी असम्भव नहीं है।

ऊपर जैव-तकनीक के कुछ वास्तविक तथा कुछ सम्भावित उपयोगों का संक्षिप्त विवरण दिया गया है। इस विषय का विकास बड़ी तेजी से हो रहा है तथा इस तकनीक से मनुष्य जाति को बहुत कुछ मिलने की आशा है।

अब आइये—जरा संक्षेप में इस बात पर भी विचार करे कि क्या

वास्तव में जैव-तकनीक द्वारा फ्रांकेनस्टाइन या भस्मासुर जैसे दानव बनाये जा सकते हैं जो मनुष्यजाति का जीना भी मुश्किल कर दें।

जीन-इंजीनियरिंग की भी कुछ सीमाएं हैं। अभी तक पुनर्योगज-डी.एन.ए. तकनीक द्वारा एक साथ लगभग दस-बारह जीनों पर ही कार्य कर सकते हैं। उससे ज्यादा जीनों को एक साथ पुनर्योगज करना सम्भव नहीं हो पाया है। परंतु यदि हम सादे से सादा सूक्ष्मजीवी भी लें तो उसमें हजारों जीन होते हैं। इन हजारों जीनों को एक साथ पुनर्योगिज करना असम्भव लगता है। इसके अतिरिक्त कोशिका में ये जीन एक ढेर की तरह भरे नहीं रहते अपितु उनका एक निश्चित क्रम होता है। तभी वे सुचारू रूप से कार्य करते हैं। अतः यह सम्भव नहीं कि इस कोशिका में जिसमें हजारों जीन हैं, दो-चार जीन किसी अन्य जीव के डाल दें और एक नया जीव बन जाये। यह भी कुछ उसी तरह हुआ जैसे किसी कबाड़ी की दुकान में से 2-4 पुर्जे उठा कर किसी इंजन में जोड़ दें और यह आशा करें कि एक अधिक बढ़िया इंजन बन जायेगा। अतः ऐसा प्रतीत नहीं होता कि जैव-तकनीक द्वारा हम नये जीवों का निर्माण करने लगेगें या भस्मासुर या फ्रांकेनस्टाइन बनाना सम्भव हो जायेगा।

उपसंहार

इस प्रकार हम देखते हैं कि जैव-तकनीक विज्ञान का एक नवीनतम चमत्कार है जो मानव-समाज के लिए एक वरदान सिद्ध हो सकता है और उसकी अनेक जरूरतों को आसानी से हल कर सकता है।

of ideas The work should be organized in collaboration with NCERT and its field offices.

5.2.2 Steps should be taken to monitor the progress and expansion as per the targets set out in various national documents on the subject.

5.3. The Seminar endorsed the recommendations of the Learning to Do for avoiding the duplication of and overlap with work of other agencies such as ITIs, Polytechnics, para-medical institutions etc

5.4 The Seminar entrusted the NCERT with various work relating to vocational surveys, teacher training, publicity, dissemination and orientation of functionaries, evaluation, research, clearing house functions, model instructional material development and over-all functioning as a national resource centre. As such it specially recommended that the functioning of various constituent units at NIE RCFs and Field Offices should be properly oriented to reflect the recorded priority concern of vocationalization of higher secondary education In this regard it was further resolved that the concerned functional units should be adequately strengthened both in quality and number to meet the demands placed by various recommendations made by the Seminar

6. Employment, Apprenticeship and Vertical Mobility ·

6.1. The Seminar endorsed all the recommendations of the Learning to Do on all aspects related to employment, apprenticeship and vertical mobility of students It further recommended that the State Directorate concerned with vocationalization of education should take speedy and effective steps to create wage employment opportunities, set up agencies to assist and guide in self-employment ventures, delinking of degrees from certain types of jobs, review and revision of recruitment rules, accord recognition and establish equivalence of courses to ensure employment to the products and consequently the success of the programme.

6.2. Suitable courses must be introduced at the degree level for proper vertical mobility of students in their chosen vocations The Seminar further recommended that the State Directorate should take up the matter with the universities in the State The University Grants Commission should also take necessary steps to expedite action on this It was further resolved that for admission into such courses the vocational students of the higher secondary stage should be preferred.

6.3.1. In addition to the Trade Apprenticeship facilities recently extended to the students of the vocational stream further steps would still be necessary to extend the Technician Apprenticeship to these students for which the rules presently provide for

6.3.2 Suitable legislation may be formulated and introduced, if necessary to extend proper apprenticeship training to vocational students even if it has to be of a distinct type since this will ensure better chances of success for the school vocational education to meet its stipulated aims and goals.

6.4 The public demands for entry of vocational students into colleges, professional institutions through reservation of seats and false incentives should be carefully screened vis-a-visa the aims of vocationalization of education before being acceeded to Any move which may seem contrary to the stipulated goals of the Education Commission and other policy resolutions may be carefully avoided

ANNEXURE II

Agenda

Agenda Item 1 : Registration

2 : Inauguration

3 : Adoption of Agenda

4 : Presentation of State reports and discussion

i) Andhra Pradesh
ii) Delhi
iii) Gujarat
iv) Karanataka
v) Maharashtra
vi) Tamil Nadu
vii) West Bengal

5 Resolving the Administrative issues
(Background paper VEU/NS-81/A-1)

6 Review and prospects of District Vocational Surveys
(Background paper VEU/NS 81 S-1)

7 : Steps for teacher preparation
(Background paper VEU/NS-81/T-1)

8 Problems in Curriculum Design and Development
(Background paper VEU/NS-81/C-1)

9 : Resolving other issues in implementation
(Background paper VEU NS-81 0-1)

10 : Resolving the issues in regard to recognition of courses, continuing education, employment prospects, apprentice-ship etc

(Background Paper VEU/NS-81/FS-1)

11 : Final review of recommendations & Guidelines developed in course of the seminar and their adoption

12 : Closure of the Seminar

ANNEXURE III

Programme Schedule

Time	Wednesday 9th	Thursday 10th	Friday 11th
9 30 a.m	Item 1		
10 30 a.m.	Item 2	Item 6	Item 9
11:15 a.m.	Coffee	Coffee	Coffee
11.30 a.m	Item 3, 4	Item 6	Item 10
1:30 p.m.	Lunch	Lunch	Lunch
2 30 p.m.	Item 4	Item 7	Item 11
3:45 p m.	Tea	Tea	Tea
4 00 p.m.	Item 4	Item 8	Item 12
5 00 p.m.	Closure of the Session	Closure of the Session	Closure of the Seminar

ANNEXURE IV

Aims And Objectives

AIMS

a) To share experiences of the implementation of the Vocationalization of Education programme, particularly with a view to identifying the problems that have been encountered;

b) To develop guidelines and a plan of operation for the implementation of the programme, and

c) To consider ways and means of the training of teachers for vocational courses

OBJECTIVES

1. To review the progress made by theStat es of West Bengal, Karnataka Tamil Nadu, Gujarat, Maharashtra, Andhra Pradesh and Union Territory of Delhi and Pondicherry in terms of

—Number of courses introduced year-wise

—Nature of courses introduced year-wise

—Enrolment in different courses year-wise and boys/girls distribution

—Number of institutions introducing vocational courses year-wise and urban/rural distribution

—Number of students appeared in the final examination, course and year-wise

—Number of students passed, course and year wise, drop-out percentage

—Number of students admitted to higher academic/professional institutions.

—percentage of students wage or self-employed

2. To ascertain the difficulties faced by the above States in implementing the scheme of Vocationalization and their present thinking in terms of ,

— Proper selection of courses

— Development and revision of appropriate syllabi

— Proper selection of institutions

— Proper selection of students

— Providing practical training

— Suitable instructional materials

— Appointment of suitable teachers, pre-service and in-service training of teachers

— On-the-job training

— Vertical mobility

— Examination pattern

— Recognition by the Government Departments

— Placement of students (wage or self employment)

— Duplication and overlap of courses with other chain of institutions

— Financial strains

— Existing administrative set up.

ecommend suitable measures to solve the above problems faced he States by mutual discussion based on their experiences

ascertain the stage of implementation by other States in terms

Setting of proper administrative machinery for the implementa-ion of the scheme

Provision of necessary budget

Preparation, conduct and utilization of District Vocational Surveys, number of districts completed, number of districts in progress, number of reports published and future plans etc

Orientation of the staff involved in the scheme of vocationali-zation

Development of the curricula for the proposed courses

Identification of the institutions

work out the guidelines and a model action plan for the states ing to implement the scheme of vocationalization in the near ire

work out a system of national monitoring, evaluation and docu-itation for the vocationalization of higher secondary education

recommend ways and means to lay down a national standard courses with similar objectives and scope in different States to ilitate recognition for apprenticeship and recruitment

explore the possibility of vertical mobility of students passing of the vocational courses in higher professional institutions by rting new courses in certain areas.

ANNEXURE V

Participants

1. Prof Shib K. Mitra, Director, NCERT
2. Dr T N. Dhar, Joint Director, NCERT.
3. Shri S Satyam, Joint Secretary, Ministry of Education & Culture New Delhi.
4. Shri O. P Baru, Joint Director (Training), J & K.
5. Prof Saifuddin Soz, Secretary, J & K Board of School Education, J & K.
6. Dr. (Mrs) Rajammal P Devadas, Director, Sri Avinashalingam Home Science College for Women, Coimbatore, Tamil Nadu.
7. Shri V A. Sivagnanam, Joint Director of School Education, Madras, Tamil Nadu
8. Shri Shib Shankar Das, Secretary, Bihar Intermediate Education Council, Bihar.
9. Prof. M.A.M. Gilani, Chairman, Bihar Intermediate Education Council, Bihar.
10. Shri Ramayan Singh, Deputy Director of Education, Directorate of Education, Allahabad, U.P.
11. Shri Sudhakar Sharma, Addl. Director of Education, U.P.
12. Shri S.B. Biswas, Deputy Director of Education, Agartala, Tripura.

13. Shri M.S. Tyagi, Principal, Govt. Hr. Sec. School, Promdilag Arunachal Pradesh.

14. Shri K.G. Bijawat, Deputy Director of Education, Directorate of Education, Bikaner, Rajasthan

15. Shri S. Raghavendra Rao, Director, Vocational Education, Bangalore Karnataka

16. Shri H. R. Aggarwala, Asstt. Director of Education, Himachal Pradesh

17. Dr. G.N. Talukdar, Deputy Director of Public Instruction, Assam

18. Prof. H. K. Misra, Officer on Special Duty, Higher Secondary Education, Orissa, Bhubaneshwar.

19. Dr. B. C. Sen, Deputy Director of Secondary Education, West Bengal

20. Dr. Vasudev, Director of Technical Education, Kerala, Trivandrum.

21. Shri J.M. Dhand, Director of Public Instruction, Union Territory, Chandigarh

22. Shri Manmohan Singh, Deputy Director (Vocationalization) Deptt. of Education, Punjab

23. Shri K.M. Gedam, Director of Training and State Apprenticeship Adviser, Govt. of Maharashtra, Bombay

24. Shri D.M. Pimpalkhute, Deputy Director (Engineering), Education Employment Department, Govt. of Maharashtra, Bombay.

25. Shri K.L. Narasimham, Joint Secretary, Board of Intermediate Education, Andhra Pradesh.

26. Shri C. Lalmuana, Secretary, Mizoram Board of School Education Aizawl.

27. Shri Simkima Khawalhring, Dy. Director of Education, Mizoram, Aizawl.

28. Shri P.K. Laheri, Director of Education, Gujarat.

29 Shri W.C. Arora, Subject Specialist, SCERT, Gurgaon, Haryana

30 Shri G.C. Vats, Director, SCERT, Delhi

31 Shri B.P. Singh Sr. Sc Counsellor, Directorate of Education, Delhi

32. Shri R N. Sharma, Senior Counsellor, Deptt of Education, Delhi

33 Dr P D Shukla, Former Jt Edl Adviser to Govt of India, Ministry of Education & Culture, New Delhi

34 Shri K Vaidyaraman, Jt Director (Training), Ministry of Labour, New Delhi

35. Shri A S Ahluwalia, Education Officer (VE), Ministry of Education & Culture, New Delhi

36 Dr (Mrs) S Malhan, Director, Institute of Home Economics, South Extension Pt I, New Delhi

37 Shri R S. Uppal, Sr Research Officer (Education), Yojana Bhawan, Parliament Street, New Delhi.

38 Dr. J S Rajput, Principal, RCE, Bhopal

39 Dr (Mrs) K.I Singh Principal, RCE, Mysore

40 Dr G B Kanungo, Principal, RCE, Bhubaneshwar.

41. Shri S B Maheshwari, Reader, RCE, Ajmer

42 Dr A K Sacheti, Reader, VEU, NCERT.

43 Dr P Raizada, Reader, VEU NCERT

44 Shri A P Verma, Reader, VEU, NCERT

45 Shri C.K Misra Reader, VEU, NCERT

46 Dr A K Dhote, Lecturer, VEU, NCERT

47 Dr. M Sen Gupta, Lecturer, VEU, NCERT,

48 Shri D R. Dua, Lecturer, SUPW Unit, NCERT.

49. Dr. A.K Mishra, Professor & Head, VEU, NCERT– Convener.

Assistance

50 Shri K L. Malik, Superintendent, VEU, NCERT.

51. Shri M Rochlani, S.A VEU, NCERT.

52. Shri B.R. Mehta, P.A., VEU, NCERT

53 Shri P.N A Kamath, Stengorapher, VEU, NCERT

54 Shri Surendra Singh, UDC, VEU, NCERT.

55. Shri Vijay Kumar Sharma, LDC, VEU, NCERT.

56 Miss Kamal Sharma, LDC, VEU, NCERT.

57 Shri Bhupesh Mathur, LDC, VEU, NCERT.

58 Shri Nek Ram, Peon, VEU, NCERT

59 Shri Krishan Chander, Peon, VEU, NCERT.

Appendices

State Reports

APPENDIX I

Vocationalization of Education in Gujarat State

With introduction of new pattern of education of 10+2+3 in education, it was visualised to provide for Vocational, Technical and Career Development courses for 50% of those who pass out S S C. examination.

In 1976, the number of students passing out of S S C. was 65,000 approximately but the same has now gone up to almost 2 lakh students. The Government of Gujarat had a facility to provide training for employment to about 23,000 students in 1976. The same has now been expanded to cover 40,000 students

The approach of the State Government has been encourage various consumer departments to frame schemes for training and skill formation to enable young S S C students to go in for practical training and skills useful for employment The Government of Gujarat has in 1981 formulated a proposal to co-ordinate training facilities for skill formation in the State The Director of Employment and Training, Director of Education, Director of Technical Education and Director of Cottage Industries were asked to workout a joint proposal for co-ordinating training efforts in the State The State Government is keen to expand and strengthen the infrastructure facilities for trainees in the following wasy

(a) The State Government has decided to make optimum use of ITI level courses as the demand for skilled technicians in the industrial units has been going up from steadily There is no un-employment in this category The efforts are also being made to utilise technical schools and training centres of industries department by introduction of I T I level courses in them Such arrangement would encourage greater utilisation of the existing resources to turnout skilled persons for whom the possibilities of employment are very bright

(b) The State Government has encouraged the department of industries and other training establishments of various departments to expand training facilities in rural areas, especially in tribal sub-plan areas The State Government is also making adequate candidates belonging to additional provision for stipend and other incentives for Scheduled Caste, Scheduled Tribes and other backward classes.

(c) The State Government has also completed a survey of demands from various districts. The gap in the demand and the availability of skilled persons is being met by introduction of various career development courses under the auspices of the Director of Training and Employment Since there is a linkup between the training and employment, the courses are very successful and popular.

(d) The Director of Training and Employment has also expanded the apprenticeship scheme by increasing the seats and covering new trades. It has also taken special measures to set up mini I T I's in tribal talukas of the State. The benefits of industrial employment are made available to the weaker sections and the backward areas as are the vulnerable sections and educationally & economically under-developed

(e) The Education Department, in the past, sanctioned 32 courses to be run by the private agencies. The experience of the Government with private agencies has not been very happy The State Government is now, therefore considering to encourage multi-purpuse schools to introduce terminal courses at +2 stage, in Agriculture, Animal Husbandary, Technical Trades, Home Science, Office Administration, Fine Arts, Tourism Hotel Management etc There are 200 secondary schools with infrastructure facilities and staff for taking up the above subjects It is also proposed to sanction these courses on the basis of estimated requirements from each district

The grant-in-aid rules will also be modified to include these conrses at school level In the year 1982-83 4000 students would be offered such courses which will enable them to find employment on completion of +2 stage

The main feature of vocationalization of education in Gujarat has been to encourage all departments of the Government to under-

take this work The rise in the number of students has been so rapid that it is impossible to create facilities for vocational courses for 50% students within the school premises or framework It is, therfore, decided that all departments of the Government, especially the consumer departments must pay special attention to the training programme and provide facilities and funds within their five year plan programme The efforts of the State Government are yielding fruits as demand for admission to such courses has exceeded the available seats by three to five times It is also encouraging to note that the concerned departments have been able to provide placement to 80-82% of the students passing out such courses. The level of training and evaluation have been maintained to ensure the quality of the trainees and acceptability by the employers Some courses provide for self employment opportunities also The Department of employment has planned to provide for training facilities to 60,000 persons in the year 1982-83 This will account for 30% of the 2 lakh students likely to pass S S C examination in the year 1981-82. The State Government is very keen that by the end of sixth five year plan, we are able to create training facilities to 50% of the students who pass their S.S.C. Examination

APPENDIX—II

Progress of Vocational Education at The Plus Two Stage in Karnatak

1. Number of Courses Introduced—Year-wise

Year	No. of Courses introduced
1977-78	51
1978-79	61
1979-80	40
1980-81	3
1981-82	30

All the courses introduced from the beginning have not continued t today. In some of the institutions the courses were closed due to no availability of students for those particular courses introduced. Accordin ly, every year few courses were closed and some more courses were intr duced in other institutions Thus, for the present during the year 1981-8 there are 158 courses running

2 Nature of Courses Introduced—Year-wise :

		77-78	78-79	79-80	80-81	81-8
(1)	Agricultural Vocations	5	5	7	1	5
(2)	Engineering & Technical Vocations	4	5	7	2	2
(3)	Textile based Vocations	—	2	1	1	1
(4)	Teacher Education	—	2	1	1	1
(5)	Medical—Laboratory Technology	7	2	2	—	1
(6)	Commerce & Business related courses	6	7	2	—	2

3 **Enrolment in different Courses—Year-wise ,**

A statement is enclosed

4 **Number of Institutions Introducing Vocational Courses Year-wise ·**

Year	No. of Institutions	
	Urban	Rural
1977-78	7	6
1978-79	10	22
1979-80	20	18
1918-81	2	2
1981-82	6	16

5. **Number of Students appeared in the final Examination Courses & Year-wise**

A Statement is enclosed,

6 **Number of Students passed Course & Year-wise Drop-out, Percentage**

Statement is enclosed

7. **Number of Students Admitted to Higher Acabemic/Professional Institutions .**

No facilities of higher education have been provided on the technical education side. However, facilities for higher education on the academic side have been provided for students passing the Pre-University examination with vocational subjects For the present students passing Pre-University examination with vocational courses desirous of continuing further study on the academic side are permitted to join first year B A. Degree classes on the anology of Pre-University science students being admitted to the B A degree classes The students of commerce group are admitted to I Year B Com Statistical data about this are not available

However, on the basis of observations made by the field officers from time to time, about 25% of the students join the degree classes on the academic side

The Universities are now thinking in terms of withdrawing of such facilities for higher general education We have been however, requesting University authorities to continue such facilities for some more time till the objectives of the same are properly understood by the public and till ample opportunity for jobs becomes available and also till vertical mobility is provided in the concerned trade

8. Percentage of Students Wage or Self Employed :

The statistics are not available in this matter However, on the basis of observation made by the officers of the Deptt It is seen that the desire for self-employment is growing among the student community and students passing the Pre-University Examination with vocational subjects are going to several profession of their own, like Agriculture, Horticulture, Sericulture, Business and other commercial enterprises The percentage of such students is estimated to be about 40%, remaining 35% of students desire to seek employment.

9. Proper Selection of Courses :

Courses are normally selected on the basis of the survey conducted in this behalf. Besides this, the representation of the local people is also taken into consideration while alloting a course. The prospectus of self-employment and job opprortunities are also taking into consideration while selecting the course for a particular area

10. Development and Revision of Appropriate Syllabi :

Government through their orders, from time to time, have issued instructions for constitution of Syllabus Committee consisting of experts from different fields Syllabus Committee takes into consideration the level of students to prosecute studies and subjects required to be included in the syllabus for preparing the students for middle level management Maximum number of hours to be utilised in each week and duration of

two years is also kept in view while including the subject and working out the teaching details 30% of the time is allotted for languages and in remaining 70%, 40% is devoted for practical and 30% for theory.

11 Proper Selection of Institutions :

The institutions who have got enthusiasm to start vocational courses and also who have got building, furniture, library, staff and other facilities are selected for starting the vocational courses Particularly for starting of technical courses, availability of qualified staff on part time basis in that place or nearby places is taken into consideration Besides, laboratory facilities also should be available in that institution. Similarly, facilities for practical training also should be available in that place or nearby places.

12 Proper Selection of Students :

The minimum qualification for admission to first year P U C is a pass in SSLC or equivalent examinations At the time of admission, the students are made to understand the significance of the scheme and after that if any aptitude is found in the students they are admitted for such courses

13. Providing Practical Training

There is intensive training programme prescribed in the syllabus of each course and the period of such course depends upon the requirement of each course, it ranges from two weeks to 12 weeks For this purpose, the students are taken to different industrial organisations, banks etc.

14. Suitable Instruction Materials :

For the present, instructional material is notes given by the lecturers and the list of reference books given to the students There are no any separate text books to these courses. The students are expected to study the relevant chapters in the books on particular subject. Required guidance is given by the lecturers to the students.

15 Appointment of suitable Teachers, Pre-Service and In-Service Training of Teachers :

Provision has been made for the appointment of full-time and part-time teachers These courses are run mostly by appointing teachers on part-time basis. The appointment of full-time teachers leads to the problem of safe-guards of their services. Even full-time appointment is made on temporary basis The appointment of part-time lecturers is preferred as far as possible. However, full-time appointments are also made but such teachers leave the job and go whenever they got permanent jobs elsewhere There is no system of pre-service training to these teachers as the recruitment is not on regular and permanent basis However, training is arranged to in-service persons with the help of NCERT Delhi

16 On the Job Training :

The students are made to work in the field of agriculture and allied courses Similarly in Engineering courses they are taken to the work site and industrial units and are given practical training Some times, they are engaged to do certain jobs

17 Vertical Mobility :

There is no vertical mobility provided on the technical side However, facilities for general education have been provided for the students pursuing Pre-University Education with vocational subjects If any student after studying vocational subject for two years desires to join degree classes, he is permitted to do so on the analogy of science students being admitted to I Year B A degree classes Very few students of vocational side join general education after completing Pre-University Examination with vocational subject There should, however, be facilities for vertical mobility in the concerned trade

18 Examination Pattern :

The course is of two years duration with four semesters each semester having a duration of four months with 2 months holiday in between First and Third Semester Examinations are class Examinations and Second and Fourth Semester Examinations are public examinations. There is conti-

nuous internal assessment Language subjects are of one paper each and vocational subjects consists of six to ten papers including theory and practicals The minimum percentage of marks for a pass is 40% for theory & 50% for practical For languages it is 35% Attendance required for a student is 75%

19 Recognition by the Government Department

The Government of Karnataka have taken up the matter with all the heads of departments for amendment of cadre and recruitment rules in order to provide job opportunities to the students passing the Pre-University Examination with Vocational Subjects Few Departments have already made amendments to the Recruitment Rules and have provided job opportunities Many other Departments have yet to finalise the amendment to their recruitment rules.

20 Placing of Students (Wage or Self-Employment)

Statistics in the matter are not available However, as per the observations of the officers of the Department, 40% students go in for self-employment One Nationalised Bank i e Canara Bank has come forward to finance the students desirous of starting self-employment projects

21 Duplicate and Overlapping With Other Courses

There are several institutions offering vocational studies like polytechnics, I. T I s, etc Since the vocational education at plus 2 stage stage intends to prepare the students for middle level management, there should not be parallel level of organisation There should be lower level technicians, middle level technicians and higher level technicians Engineering Colleges service higher level purposes I T I s provide manpower for lower level technician cadre However, the vocational courses at the present +2 level seems to be a duplication of the polytechnic courses. The matter, therefore, requires detailed probing

22 Financial Strains

For the year 1981-82 the budget allotment is given below

Plan	Non-plan
Rs. 48 lakhs	Rs. 5 20 lakhs

23. Existing Administrative set up ,

Statement enclosed.

DEPARTMENT OF VOCATIONAL EDUCATION

O FICE OF THE DIRECTOR OF VOCATIONAL EDUCATION · KARNATAKA
BANGALORE 560001

Nature of Vocational Courses Introduced

Engineering & **Industry**	Agriculture	Para Medical	Commerce	Education
1	2	3	4	5
		1977-78		
1. Building Construction Technology	1. Dairying	1 Laboratory Technician	1 Servicing Technology	—
2 Electrical Wiring & Servicing of Electrical Appliances	2 Sericulture	2 Physico Therapy Occupational & Therapy Technician	2 Material Management Technology	—
3. Clock & Watch Repair Technology	3 Fisheries	3 X-Ray Technician	3 Banking	—

1	2	3	4	5
4 Photography	4 Pesticides Fertilizers & Weedicides	4 Medical Record Technician	4 Accountancy & Taxation	—
	5 Co-operation	5. Optician & Refractionist	5 Accountancy & Auditing	
		6 Multi-purpose Basic Health Worker (Male)	6 Accountancy & Costing	
		7 Psychiatric Assistant		
Engineering & Industry	Agriculture	Para Medical	Commerce	Education
		1978-79		
1. Ectrical Wiring & Servicing of Electrical Appliances	1 Sericulture	1 Laboratory Technician	1 Banking	1 Primary Education
2. Bldg Construction Technology	2 Agricultural Economics & Farm Management	2 X-ray Technician	2 Accountancy & Auditing	2 Pre-school Education

1	2	3	4	5
3. Textile Technician	3 Pesticides, Weedicides & Fertilizers		3 Accountancy & Taxation	
4. Clothing & Embroidery	4 Dairying			
5. painting & Commerical Arts	5 Co-operation		4 Accountancy & Costing	
6. Sugar Technology			5 Material Management Technology	
			6 Salesmanship	

Engineering & Industry	Agriculture	Para Medical	Commerce	Education
		1979-80		
1 Electrical Wiring & Servicing of Ele Appliances	1 Dairying	1 Medical Record Technician	1 Accountancy & Auditing	1. Pre-School Educa-tion
2. Clothing & Embroidery	2 Sericulture	2 X-Ray Technician	2 Accountancy & Taxation	
3. Printing & Book Binding	3 Horticulture			
4. Painting & Commercial Arts	4 Poultry Science			
5 Bldg Construction Technology	5 High Yielding Crop & Seed Production			

1	2	3	4	5
6, Foundry & Pattern Making	6 Plantation Crops & Management			
7 Assembly & Servicing (Ele.)	7 Co-operation			
8 Automobile Servicing				

Engineering & Industry	Agriculture	Para Medical	Commerce	Education
		1980-81		
1 Painting & Comml. Arts	1 Sericulture	....	.	1 Pre-School Education
2. Clothing & Embroidery				
3 Electrical Wiring & Servicing of Ele Appliances				
		1981-82		
1 Sugar Technology (Panboiling)	1. Co-operation	1 Laboratory Technician	1. Banking	1 Pre-School Education
	2 Sericulture			
2 Electrical Wiring & Servicing of Ele. Appliances	3. Agricultural Economics & Farm Management		2 Accountancy & Auditing	
	4 Horticulture			
3 Clothing & Embroidery	5 Dairying			

Office of the Director of Vocational Education

Karnataka : Bangalore-1

Statement of Students Appeared in the final Examination and No of Students Passed Course & Year Wise

Sl No	Code No	Name of the Vocational Course	1979 Apprd	1979 Pass	1980 Apprd	1980 Pass	1981 App	1981 Pass
	2	3	4	5	6	7	8	9
1	TE 1 01	Bldg Contn, Technology	86	60	118	62	173	98
2	TE 1 02	Bldg. & Road Contn Technology						
3	TE 2 01	Servicing Technology	34	18	45	28	5	—
4	TE 2 03	Automob le Servicing	—	—	—	—	—	—
5.	TE 3 01	Ele Writing & Servicing of Ele. Appliance	137	93	277	172	350	201
6.	TE. 6 01	Clock & Watch Repair Technology	26	18	28	18	22	18
7.	TE 7,01	Photography	16	11	5	3	1	—
8.	TE. 7.02	Painting & Commcl Arts	—	—	17	10	25	10
9.	TE 8 02	Clothing & Embroidery	—	—	48	36	102	72

1	2	3	4	5	6	7	8	9
25	HE 1. 03	X Ray Technician	4	3	36	25	56	18
26	HE 1 04	Medical Record Technician	19	11	24	15	26	7
27.	HE 1 05	Optician & Refractionist	4	4	—	—	13	10
28	HE 1 06	Multi-purpose Basic Health worker (Male)	30	19	30	26	26	23
29	HE 1 07	Psychiatric Nursing Assistants	8	5	—	—	—	—
30	B 1 01	Banking	59	45	121	89	112	104
31	B 1 02	Material Management Technology	81	43	86	62	67	51
32	B 1 03	Accountancy & Taxation	—	—	48	30	77	66
33	B 1.04	Accountancy & Auditing	49	25	81	28	143	124
34	B 1 05	Accountancy & Costing	25	11	32	23	3	—
35.	B 1 06	Primary Education	—	—	93	53	81	73
36	B 1 08	Salesmanship	—	—	18	16	15	14
37	B 1 01	Pre-School Education	96	7[illegible]	199	125	103	46

Office of the Director of Vocational Education
Karnataka : Bangalore-1

Statement Showing the Detailed Admission of Vocational Courses During the Year 1977-78, 78-79, 79-80, 80-81 & 1981-82

Sl No.	Vocational Courses	1977-78	78-79	79-80	80-81	81-82
1	Bldg & Road Construction Technology	154	[illegible]	249	255	211
2	Servicing Technology	42	62	24	24	25
3.	Automobile Service	—	—	10	22	13
4.	Electrical Wiring & Servicing of Electrical Appliances	171	324	217	425	430
5	Clock & Watch Repair Technology	57	25	25	25	25
6	Photography	71	3	—	—	—
7	Painting & Commercial Arts	—	24	46	75	71
8	Printing & Embroidery	—	—	71	70	60
9	Clothing & Embroidery	—	73	160	155	227
10	Textile Technician	—	25	24	25	25
11.	Sugar Technology	—	110	20	17	35
12.	Poultry Science	10	10	25	11	7
13	Dairying	22	94	127	160	38
14	Sericulture	46	164	338	307	444
15	Fisheries	24	—	—	—	—

1	2	3	4	5	6	7
16	Co-operation	57	122	193	199	145
17	Pesticides Fertilizers & Weedicides	61	73	71	50	30
18	Plantation Crops & Management	—	—	25	22	24
19.	Agricultural Economics & Farm Management	—	92	60	63	71
20	Horticulture	—	—	11	16	66
21	High Yielding Varieties Seed Production	—	—	25	25	—
22	Laboratory Technician	47	33	43	47	67
23	X-Ray Technician	04	42	65	50	38
24	Medical Record Technician	21	25	14	25	10
25	Optician & Refractionist	4	—	14	20	24
26	Multi-purpose Basic Health Worker (male)	56	45	50	25	25
27	Psychiatric Nursing Assts		16	—	—	—
28.	Banking	99	103	153	118	116
29	Material Management Tech	71	10[illegible]	9	89	69
30	Accountancy & Taxation	—	80	198	132	112
31	Accountancy & Auditing	46	104	217	176	1[illegible]9
32	Accountancy & Costing	40	15	—	—	—
33	Primary Education	—	—	48	—	—
34	Salesmanship	—	25	18	23	11
35	Pre-School Education	—	74	70	97	217
	Total	1028	2134	2818	2757	2585

APPENDIX - III

Progress of Vocationalization of Education in

Tamil Nadu

Genesis of The New Scheme

Objectives

The 10 + 2 + 3 pattern of education introduced in Tamil Nadu from July 1978 onwards is the natural outcome of the State Government's eagerness and sustained efforts to bring about a major change in education following Kothari Commission recommendations and NCERT guidelines to fulfil the needs and aspirations of the people, particularly the rural population and weaker sections of the society. This change-over was not a sudden decision. Careful thinking for a long time has gone into this aspect. The number of higher secondary schools functioning in this State from the year 1978-79 onwards are as follows:

1978-79	...	912
1979-80	.	1100
1980-81	.	1257
1981-82	.	1362

Board of Higher Secondary Education

A Board of Higher Secondary Education was constituted in 1976, with the Director of Education as Chairman and other important officials, non-officials and representatives of various interests connected with education, industries, universities, heads of other departments like technical educa-

tion, medical education etc., as members to advise the Directorate of Education in all matters connected with higher secondary education

Streering Committee

In order to give the necessary direction and guidance in the implementation of new scheme, a high level Steering Committee was also constituted in 1976 with the Commissioner and Secretary to Government, Education Department as Chairman and the Director of School Education as Member-Secretary. The Finance Secretary, the Director of Government Examinations, this Director of Collegiate Education, the Director of Technical Education and the Managing Director, Tamil Nadu Text Book Society are the other members of the Committee All major steps in the implementation of the scheme are taken only in consultation at every stage with this committee which acts as a clearing house for Higher Secondary Education issues.

Comparing Notes With Other States

Care was taken to study the implementation of the new pattern in the other States also before its actual implementation in Tamil Nadu with the object of avoiding pitfalls and snags and etablishing the edifice of higher secondary education, on a firm foundation The Hon'ble Minister for Education, the Director of School Education and the other planners visited the neighbouring States to make a first hand study.

Academic Survey

A lot of spade work has been done to usher in the 10+2+3 pattern For this Government of Tamil Nadu sanctioned special staff in the Directorate of School Education consisting of high level officers and the supporting staff. The departmental staff toured the districts and made a map survey of the existing facilities in schools, colleges, polytechnics, etc in accordance with the guidelines of the Steering Committee to decide the location of higher secondary schools.

Seletion of Schools And Introducion of Vocation-Survey of Local Needs

The main consideration that weighed with the Government in their firm decision to locate the plus two stage in schools was the need to extend the benefit of Higher Secondary Education to every nook and corner of the

State and to all sections of the society, especially to the usually neglected rural population and weaker sections. Secondly, Government were very serious about cases of student discipline. Actually there was no strike at all in the higher secondary schools after the introduction of higher secondary courses from 1978 as the students are fully absorbed in their studies especially in getting vocational training which will ensure their employability. This again is the first serious step taken to correct urban imbalance in educational provision. The schools were selected with great care for upgrading on the basis of the recommendations of the local officers keeping in view the guidelines of the local [illegible] keeping in view the guidelines of the Steering Committee. Apart from the suitability of the schools, the criterion was that there should be at least one Higher Secondary School for each Panchayat Union Block in rural areas and for each Municipality in urban areas. Heads of institutions select the vocational subjects to be offered taking into account the needs of the locality, the aspirations of the parents and the suggestions of the Chief Educational Officers of the Districts. The actual combination offered in individual schools will however be subject to the two controlling factors of need and feasibility.

Vocational Syllabi Prepared by Experts in the field

A list of vocational subjects for higher secondary schools was prepared by a committee comprising of experts in a variety of areas under the Chairmanship of Prof. R. [illegible], formerly Principal, Technical Teachers' Training Institute (TTTI), Adyar who is now a UNESCO expert. A list of subjects identified by the Committee with the subjects subsequently added are given in the Annexure. The number of schools offering the vocational course, the number of vocational courses offered within the 48 types, the number of vocational subjects, are given below yearwise.

Year	No. of Higher Secondary Schools	No. offering vocational courses	No. of vocational courses offered	No. of students in vocational courses
1978-79	912	709	1153	24,400
1979-80	1094	914	1344	52,000
1980-81	12[illegible]7	944	1510	57,100
1981-82	1362	1014	1602	58,520

Curriculum Design

There is a suggestion that the student should be free to offer either general education or vocationalized courses or a mix of the two. In Tamil Nadu, there are two streams only, and there is no mix of the two. There is a genuine fear that mix of the two may not give the required amount of skill and competence in the subject to make him employable or be self employed and his attainments in the general spectrum cannot also be equal to the level necessary for pursuing the higher courses of studies While it is necessary to provide for considerable amount of flexibility for transmigration mixing of two schemes is not considered desirable,

There is also a suggestion that vocational students may study one language only so that they can have more time for studying the vocational subjects This may require the concurrence of universities as their admission norms would require suitable modification to provide for upward mobility into the college, academic or professional, in respect of vocational students,

Proper Selection of Courses

The vocational courses were introduced in July 1978 based on the survey made by the special staff sanctioned in the Directorate Subsequently district vocational surveys were conducted in the year 1978 and 1979 The district surveys endorsed the recommendations earlier made and suggested some new courses

Under the Board of Higher Secondary Education, there is a committee on vocational education under the chairmanship of the Director of Technical Education Experts in the various vocational areas are members of the Committee A list of vocational subjects identified by the Committee under the chairmanship of Prof. R Jambulingam, the then Principal TTTI, Adyar and subsequently added to it, is given in Annexure-I Of the 58 courses identified, 49 have been introduced so far It is proposed to introduce new courses on Library Science and Business Management Advocate's Clerks and Bharata Natyam have been newly introduced. The syllabus for the Advocates Clerks has been prepared by a retired judge of the Madras High Court The occupations likely to emerge due to the developmental activities, plan for the future could not be ascertained with reasonable accuracy for lack of authentic information which is not

readily forthcoming from the private sector organisations. It is desirable that the Planning Commission and licensing authorities dealing with private entrepreneurs have a system of monitoring the emerging occupations and manpower needs so that the education department may be in a position to organise useful courses for meeting the future needs

Review and Evaluation Committee Under Technical University Vice Chancellor

Government of Tamil Nadu have recently commissioned a High level Committee under the chairmanship of Dr. V.C. Kulandaiswamy, Vice Chancellor, Perarignar Anna University of Technology for reviewing the vocational courses at higher secondary stage and also identifying the new two-year polytechnics. As soon as its recommendations are received, steps will be taken for strengthening polytechnics in the context of vocationalization of education

District Vocational Advisory Committee Under the Chairmanship of District Collector Involving Local Industrialists

In every revenue district, a District Committee on Vocational Education is functioning with the District Collector as chairman with the Chief Educational officer as Convenor The concerned district officers in the Departments of Medicine Public Health, Industries and Commerce and Employment and Training, guide the Committee as its members This Committee offer suggestion for the schools in the district with regard to new courses to be offered. There are about 27,000 Parent Teacher associations in Tamil Nadu functioning effectively for the improvement of the schools These associations play a vital role in selecting suitable subjects with reference to the relevance and actual needs of the area in consultation with the headmasters of schools Previously there were 500 Parent Teacher associations. After introduction of the higher secondary course, the number of Parent Teacher Associations has increased to 27,000 This is a significant achievement of the educational activity involving public in the development of school.

Proper Selection of Students

In Tamil Nadu, vocational stream is gaining popularity as evidenced by the heavy rush for admission to the vocational courses which could be seen by the increase in strength every year. The general impression that

the vocational scheme has been designed for the under achievers and to those rejected in the general stream, has been reversed by the rush for admission from among brilliant students. It is interesting to note that a student in the Government Higher Secondary School Poonamallee filed a petition in the High Court seeking directions of the Court to the headmaster for giving him a seat in the vocational course because the headmaster could not accommodate the candidate as he has already taken 30 candidates for the vocational subject where the maximum permissible is only 25. The Department had to intervene and secure him a seat in the vocational course. This is only one of many other instances to show the popularity of the vocational courses in the State. This is borne out by the fact that the percentage of the passes in Higher Secondary Public Examination of the vocational students is more than the students in the general stream. The following are the details :

Year of examination	Course	Percentage of pass
March/April 1980	General	59
	Vocational	60
March/April 1981	General	61
	Vocational	64

Providing Practical Training

As recommended by the Study Group on Vocationalization under the Chairmanship of Thiru P. Sabhanayagam, IAS, Union Secretary for Education, we are attaching the vocational courses with the industries banks, farms and service establishments available within the vicinity of the schools. All leading industrialists, presidents and secretaries of Chambers of Commerce have been consulted in the matter of linking vocational education with industries and commerce. The dialogue between the authorities connected with the industries and officers the Education Department has been useful. The Hon'ble Minister for Education, Tamil Nadu addressed the authorities of all the Chambers of Commerce at Madras and a fruitful marriage between education and industry is taking place.

expertise and the facilities available in their place of employment may be used for the benefit of the vocational students. This will also reduce the pressure on providing the infrastructure in the schools for practical training. However, the staff of erstwhile bifurcated courses who were teaching subjects akin to the vocational subjects and who were found suitable have been absorbed for teaching the vocational subjects. Part-time teachers employed are at the rate of 2 per vocational subject for each year. Government have prescribed the first degree in the subject concerned as the basic qualification without insisting on any training qualification. So far as the staff of bifurcated courses are concerned, they have a kind of pedagogic qualification. The part time teachers do not have any training qualification. So, in-service courses for exposing them to the higher secondary syllabus is considered necessary. Only a few have been given the orientation course with the financial assistance and the expertise of the NCERT. It will be of great help if the NCERT could arrange for more summer courses for the benefit of the remaining vocational teachers. The number of teachers employed area-wise and the number who were given orientation courses are given below .

Vocational Area	Number of teachers employed full-time and part-time	No. of teachers given orientation course
Agriculture	265	92
Home Science	242	43
Engineering and Technology	690	89
Health	295	29
Fine Arts	5	—
Miscellaneous	5	—
Commerce and Business	1757	89

The TTII, Adyar has a proposal to conduct two types of long-term correspondence-cum-contact courses of one-year duration for science graduates and others among the vocational staff. It has also designed three types of short courses of four weeks duration for the benefit of vocational

teachers who are diploma holders, science graduates and all others. But it involves heavy financial implication to the State Government. This is also subject to approval by the Ministry of Education, Government of India. It is worthwhile considering this project, fully funded by the Government of India for strengthening the scheme of vocationalization of education.

Every course can have two part time teachers who are drawn from the field. The part-time teachers are paid Rs 150 p m per course. If they handle two years classes they can get Rs 300. Even though the remuneration seems to be meagre, the quantum of amount is no criterion. It is not an impediment in securing the services of experienced and suitable persons like doctors, engineers, agricultural officers and officers of the banks, who are all in active service for teaching the vocational students on part-time basis. This is like the employment of retired judges as part-time lecturers in law colleges. As a matter of fact at Government High School, Kunamuthur in Coimbatore District, a leading auditor of the area has come forward to give all assistance for conducting vocational course in the school and also to arrange for special lectures for the benefit of the vocational students.

On the Job Training

Government have sanctioned two part time instructors per course in respect of courses in schools where teachers of erstwhile bifurcated courses are not available. This strategy has been adopted on the following grounds :

(i) The local resources can be fully tapped through the experienced experts drafted as part-time instructors,

(ii) They can arrange on-the-spot training and technical know-how in the respective fields,

(iii) The students can get practical experience in addition to theorising,

(iv) This will enable to utilise the scarce resources available in the region to attain optimum output.

On a general survey it is found the part time instruction is a fair success as we find scores of doctors engineers, auditors and accountants and bankmen in profession come to the school and take the school to their areas of operation

With a view to avoid delay in getting formal permission from the concerned departments from which the instructors are drafted all the heads of various departments and State undertakings have been requested to permit the qualified instructors to serve as part time instructors and to accept the remuneration therefore

The Head of the school has been for the first time, given the powers to select and appoint the part-time Instructors in consultation with the parent teacher association and vocational committees This enables to decentralise authority and to make the headmaster accountable and responsible for the successful implementation of the programme It also avoids delay in getting prior sanctions

In order to help the headmaster detailed guide lines have been given in the form of criteria for selection of these part-time teachers The suggested criteria also help to avoid drafting unqualified instructors.

Vertical Mobility

The university regulations in the State have been suitably amended to provide for the vertical mobility of the vocational students. Their eligibility for admission to the degree courses in arts or science subjects is decided with reference to the optional under general stream studied by them in the vocational course Provision has been made for the admission of vocational students of the engineering and health areas to join the professional courses at degree level in engineering and medical colleges respectively The students of health area are also eligible for admission to the para-medical courses Likewise the students of the agricultural area are eligible for admission to the B Sc agricultural courses The students of engineering areas are eligible for admission to the second year course of the polytechnics where 10% of the seats are reserved for the vocational students

The vocational programme aims at reducing pressure on admission at higher levels of learning But making provision for vertical mobility

may appear to retard the achievement of this objective But the provision for vertical mobility has been felt necessary to eliminate the class distinction of dubbing the vocational students as unfit for higher courses of studies This kind of terminal nature may result in discouraging the parents and the students to offer for the vocational stream This will defeat the very purpose of vocationalization

A section of the educated elite who were swearing by the standards of general stream have changed their opinion now and the previous impression that the general stream is superior to vocational stream is gradually disappearing.

Examination Pattern

Higher Secondary Examination is conducted at the end of Standard XII, covering the portions studied in Standard XII only The public examination is conducted by the Director of Government Examinations A separate Board of Higher Secondary examination has been constituted with Director of Government Examinations as its chairman for advising the Director of Government Examinations The scheme of examination and the marking system are given in the Annexure II The Scheme has undergone a change and consequently there will be only one paper for vocational students instead of 2 or 3 as at present

Instructions have been issued to schools to conduct pre-examination before the public examination for acquainting the students with the system of public examination At the end of the first year course, a scheme has been evolved for supply of common question papers by a committee constituted for each revenue district and evaluation is done by the individual schools.

For the higher secondary public examination, highly qualified specialists in each subject are employed as external examiners for practical portions and the results are computerised

Recognition By the Government Departments

The first batch of students took the Higher Secondary Public Examination in 1980 and the second batch took it in 1981 The heads of departments, corporations, industries etc have been addressed for ascertaining the qualifications prescribed for the middle level skilled or semi-

skilled staff recruited by them and the possibilities of absorbing the vocational products. As soon as the full particulars are received, the government and other concerned departments will be moved for amending the rules for prescribing the certificates ... to the vocational students as an alternative qualification. The Director of Employment and Training has also expressed the problem in the matter of recruiting candidates for jobs requiring skilled or semi-skilled persons at lower degree level. The Banking Service Commission has already prescribed a pass in the +2 vocational examination with Banking as an optional as qualification for recruitment to clerical posts.

Placement of Students (Wage or Self Employment)

The first batch of students came out of the vocational course in 1980 and the next batch in 1981. A sample survey was done in North Arcot revenue district in March 1981 ... on a voluntary basis by the association of heads of higher secondary schools. It revealed that 47% of the successful students at the Ist higher secondary examination have continued their higher studies and 49% of them are gainfully employed and/or self employed. Of the 47% of the students continuing their higher studies, 32% have joined professional, technological and agricultural courses on merit. Only 15% have joined the Arts College for the degree courses. Similar survey in other revenue districts is being contemplated. This year instructions have been issued to all higher secondary schools to conduct local vocational survey which includes ascertaining the position of placement of students passing out of the vocational course. The result of the survey can be assessed finally as soon as the survey is completed by all the schools. The scheme of providing on the job training in the banks, industries etc. provides a golden opportunity for the students to secure employment. For instance, the Director of Medical Education has assured to absorb students offering the subject "Dietetics, Nutrition and Food Preparation in hospitals" where there is dearth of suitable hands for dietitians. The students of ... Higher Secondary School, Coimbatore offering vocational subjects in engineering ... are taken to the industries in the neighbourhood and on the job training gained by them in the industry provides opportunity for employment in the same industries. This is a shining example for the success of the scheme of linking education to industries. A case study of the functioning of vocational courses was made. Avvai Home is the pioneer institution in the State of Tamil Nadu to introduce Gandhian principles in education. Education is made part

poseful through vocationalization and practical by correlation to real life situations. Auxiliary nurses are trained here by means of active and intensive educational programmes for two years to function in the hospital or community as a member of the nursing and health team. The Nursing course under vocational stream is linked to the Auxiliary Nursing course. The vocational students are given practical training even during night shifts. Avvai Home, being residential institution has an ideal environment for the Nursing course. Many of the students have been provided hostel accommodation too. The general education blended with such vocational training strengthens the capabilities of the Auxiliary nurse providing a foundation which could enhance employment prospects and increase opportunities for career advancement.

Thus the vocational programme of Nursing at Avvai Home, is reality based and life oriented in the fullest sense. It is said that 'every mother should be a nurse' and as such this gives very purposeful and preparatory education specially to girls are highly commendable indeed, as the institution has undertaken the great responsibility of training numberless 'Nightingales' for the community.

Duplication and Overlap of Courses

Care has been taken to see that the traditional courses offered in the ITIs, poly-technics and technical schools are not repeated in the higher secondary schools resulting in duplication of efforts and overlapping of of courses. Except 2 or 3 courses in engineering area, all other courses identified for the higher secondary schools are different from the courses offered in the ITIs and polytechnics.

Vocational Monitors Under the "Earn While You Learn" Programme

With a view to inculcate leadership qualities among the students, the renowned ancient monitorial system which was emulated by the British as the Monitor System has been revived. Under this system, one suitable student per course is designated as monitor to assist the instructors. The monitor is paid a remuneration of Rs. 20/- per mensem for 10 months in a year. The remuneration serves as an incentive and is a boon especially for the students in rural areas.

Existing Administrative Set-up

At present there is only one Deputy Director (Vocational) in the Directorate for implementing the scheme of vocational edcation, and he is also a generalist belonging to the cadre of school education department. There is no technical staff at the district level for supervising the vocational courses offered in schools. It is necessary to make provision for the following officers for the strengthening the scheme of vocationalization of education and efficient implementation and proper supervision.

1. **State level** One officer in the cadre of Joint Director for directing the scheme, assisted by one officer each in the cadre of Deputy Director for each occupational area.

2. **Revenue district level**—One officer in the cadre of Assistant Director for supervision and inspection of the functioning of vocational courses.

For each Officer, supporting staff such as superintendents, clerks, typists, steno-typists, basic servants are also necessary.

Financial Constraints

The bifurcated courses offered under the old eleven year school pattern have not been a success because of the employment of full time staff who were mostly concentrating on class room teaching rather than taking them to the work spot for on-the job training. They made the functional courses academic. That is why they failed.

The part time teachers are paid Rs. 150 - p m. The erstwhile bifurcated staff draw their own scale of pay. No separate scale has been prescribed for teaching higher secondary classes. The remuneration is not the criteria. The flow of expertise is the main objective. This is reflected in the employment of doctors, engineer, agricultural officers, officers of banks for teaching vocational classes in the relevant areas. This is like the employment of working judges as part time lecteures in law colleges, on a small fee. By this arrangement top expertise gets in to the school and students are taken out to the farm, factory, or bank for real professional training.

The Role of the State Council of Educational Research and Training (SCERT)

The State Council of Educational Research and Training being the State level apex body for educational research and training, at all levels of education, plays a significant role in organising orientation courses, and in-service training programmes It co-ordinates in organizing such programmes with the NCERT and other educational bodies It is also co-ordinating in bringing out monographs, guide books, teachers hand books, and the research documents of the higher secondary level. Voluntary agencies like Ramakrishnan Mission Vidyalaya, Periyanaickenpalayam, and Avvai Home are dovetailed into the programmes organized for higher secondary education.

REQUEST

1. NCERT may arrange for more summer courses in all vocational areas
2. NCERT may help to bring the scheme of vocationalization of educa-cation as a Government of India scheme under 100% aid to State Government (Centrally sponsored scheme).
3. NCERT may arrange to get the Central Apprenticeship Act amended so that the training facility may be extended to the vocational students

Number 2 and 3 are already under consideration of Government of India, Ministry of Education

Strategies Adopted for the Successful Implementation of Vocational Education in Tamilnadu

1. Location of higher secondary course in high schools
2. Identification of courses different from those offered in ITIs and polytechnics as far as possible.
3. Introduction of the subjects after an indepth survey by the special staff with the help of inspecting officers and heads of schools which

has been endorsed by district vocational surveys conducted in all districts with the aid of the Government of India

4 Appointment of part time staff from among the already serving persons in the various fields of specialization

5 Delegation of powers to the headmasters for selection of part-time teachers

6 Introduction of "Monitor" system for vocational classes to involve the students

7 Dovetailing of schools with industries, hospitals, banks, farms, etc.

8 Constitution of District Level Vocational Committees with the District Collector as chairman.

9 Involvement of parent teachers association in the developmental activities and providing facilities for giving practical training

10 Provision made for vertical mobility both in the general and professional courses

11 Preparation and supply of suitable guide books for all subjects under different areas.

12 Provision of massive library and laboratory grants for every higher secondary school by Government of Tamil Nadu

ANNEXURE

List of Vocations Approved and Introduced by Govt. of Tamilnadu

I. **Agricultural Vocations**

1. Dairying
2. Poultry
3. Small Farm Management
4 Agro-Based Industries
5. Farm Mechanic and Post Harvest Technology
6. Rural Construction Technology and Soil conservation.
7 Sericulture and Agriculture
8 Plant Protection (Pests, Disease and Weeds)
9. Vegetables and Fruits
10. Floriculture and Medicinal Plants.
11. Agricultural Chemicals.
12. Crop Production
13. Spices and Plantation Crops.
14 Fisheries.

II. **Home-Science II.**

1. Food Preservation
2. Baking and Confectionery.
3. Catering
4 Dietetics, Nutrition and Food preparation
5 Interior Decoration

6. Dress Designing and Making
7. Designing, Dyeing and Printing
8. Textile and Designs
9 Child Welfare and Nutrition.

III Commerce and Business

1. Office Secretaryship
2. Insurance
3. Accountancy and Auditing
4 Banking Assistant
5 International Trade
6. Marketing and Salesmanship
7 Materials Management
8. Business Management for Small Scale Industries
9. Co-operative Management.

IV. Engineering and Technology

1. Building Maintenance
2 Electrical Domestic Appliances—Repairs and Maintenance
3. Domestic Electronic Equipment Projection Equipment - Servicing and Maintenance.
4 Radio and Television—Maintenance and repairs
5. General Machinist
6. Electrical Motor Rewinding
7. Textile Technology
8. Leather Technology
9 Maintenance and Servicing of Textile Machinery
10. Foundry Technology
11. Knitting Technology
12. Printing and Compositing Technology.

V. **Health (Foundation Sciences)**

1. Medical Laberatory Assistant
2. E.E.G., E.C.G. Audiometry
3. Opthalmic Technician
4. Dental Mechanic
5. Dental Hygienists
6. Radiological Assistants
7. Nursing Coarse
8. Hospital House Keeping

VI **Fine Arts**

1. Music
2. Bharata Natyam

VII **Miscellaneors**

1. Tourist Guide
2. Photography
3. Advocates Assistants
4. Cotton Classifer

1979-80

5. Materials Management

Engineering & Technology

1978-79

1. Building Maintenance
2. Electrical Domestic Appliances Repairs & Maintenance
3. Electrical Motor Rewinding

4 General Machinist

5 Radio & Television—Repairs and Maintenance

6 Leather Technology

7. Textile Technolagy

8. Maintenance & Servicing of Textile Machinery

1979-80

9. Domestic Electronic Equipment & Projection Equipment-Servicing and Maintenance

10 Foundry Technology

11 Compositing & Printing Technology

Health

1978-79

1 Hospital House Keeping

2 Medical Laboratory Assistant

3 Nursing Course

1979 80

4. Dental Hygienist

1981 82

5. Opthalmic Technician

Fine Arts

1978-79

1 Music

1980-81

2. Barata Natyam.

Miscellaneous

1978-79

1. Photography

1979-80

2. Tourist Guide
3. Advocate's Assistant

Abstract (Vocational courses in 1978-79 -- 37 1979-80 46 1980-81 - 48 1981-82 49

Vocational Subjects Introduced

Agriculture

1978-79

1. Agricultural Chemicals
2. Agro-based Industries
3. Crop Production
4. Dairying
5. Fisheries
6. Floriculture & Medicinal plants
7. Farm Mechanic & Post Harvest Technology
8. Poultry
9. Plant Protection
10. Sericulture & Agriculture
11. Small Farm Management
12. Spices and Plantation Crops
13. Vegetables & Fruits.

Home Science

1978-79

1. Child Welfare & Nutrition

2 Dress Designing & Making
3 Dietetics, Nutrition & Food Preparation.
4 Food Preservation.

1979-80

5 Textiles & Designing
6. Designing, Dyeing & Printing

1980-81

7. Catering

Commerce & Business

1978-79

1 Accountancy & Auditing
2 Banking Assistant
3. Business Management for small Scale Industries
4 Co-operative Management
5 International Trade
6 Marketing & Salesmanship
7. Office Secretaryship

Sl No.	Title of the Vocational Programme	Related subject	
		Already included	Additional subject suggested.
1	2	3	4
I.	**Vocational Area Agriculture**		
1.	Agricultural Chemicals	Chemistry	Biology
2.	Agro-based Industries	Mathematics	Physics

1	2	3	4
3	Crop Production	Biology	Chemistry
4.	Dairying	Biology	Chemistry
5.	Fisheries	Biology	Chemistry
6.	Floriculture & Medicinal Plants	Biology	Chemistry
7	Farm Mechanic & Post Harvest Technology	Mathematics	Physics
8	Poultry	Biology	Chemistry
9.	Plant Protection	Biology	Chemistry
10.	Sericulture & Agriculture	Biology	Chemistry
11.	Soil Conservation & Rural Construction Technology	Mathematics	Physics
12.	Small Farm Management	Elements of Economics	Commerce Accountancy
13	Spices and Plantation Crops	Biology	Chemistry
14	Vegetables & Fruits.	Biology	Chemistry
II	**Vocational Area , Home Science**		
1	Baking and Confectionery	Chemistry	Biology
2.	Catering	Chemistry	Mathematics/ Biology
3.	Child Welfare & Nutrition	Chemistry/ Home Science	Psychology
4.	Designing, Dyeing & Printing	Chemistry	Physics
5.	Dress Designing & Making	Chemistry	Home Science
6	Dietetics, Nutrition & Food Preparation	Biology	Chemistry
7	Food Preparation	Chemistry	Biology
8.	Interior Decoration	Drawing & Painting	Home

1	2	3	4
9	Textiles & Designing	Drawing & painting	Home Science
III	**Vocational Area : Commerce & Business.**		
1.	Accountancy & Auditing	Elements of Economics	Elements of Commerce.
2	Banking Assistant	Elements of Commerce	Elements of Economics
3	Business Management for Small Scale Industries	Elements of Commerce	Element of Economics
4	Co-operative Management	Elements of Commerce	Elements of Economics
5.	Insurance	Elements of Commerce	Accountancy
6	International Trade	A foreign language (say Arab or French)	Elements of Economics (As in Part-A)
7.	Materials Management	Elements of Commerce	Elements of Mathematics
1	Marketing & Salesmanship	Elements of Commerce	Elements of Economics
9.	Office Secretaryship	Elements of Commerce.	Accountancy
IV.	**Vocational Area Engineering Technology**		
1.	Building Maintenance	Mathematics	Physics
2.	Domestic Electronic Equipment & Projection Equipment servicing & Maintenance	Physics	Mathematics

1	2	3	4
3	Electrical Domestic Appliances Repairs & Maintenance	Mathematics	Physics
4.	Electrical Motor Rewinding	Mathematics	Physics
5.	General Machinist	Mathematics	Physics
6.	Radio & Television Repair and Maintenance	Physics	Mathematics
7.	Leather Technology	Chemistry	Physics
8.	Textile Technology	Mathematics	Chemistry
9.	Maintenance & Servicing of Textile Machinery	Mathematics	Physics
10.	Foundry Techonology	Mathematics	Physics
11	Compositing & Printing Technology	Chemistry	Physics
12	Knitting Technology		
V.	**Vocational Area Health**		
1.	Dental Hygienist	Physics	Chemistry
2.	Dental Mechanic	Physics	Chemistry
3.	E.E G., E C G. Audiometry Technician	Physics	Chemistry
4.	Hospital House Keeping	Physics	Chemistry
5	Medical Laboratory Assistant	Chemistry	Physics
6.	Nursing Course	Physics	Chemistry
7.	Opthalamic Technician	Physics	Chemistry
8.	Radiological Assistants	Physics	Chemistry
VI.	**Vocational Area : Fine Arts**		
1.	Music	Home Science	Indian Culture or any one of the advance languages under Part

1	2	3	4
2.	Bharata Natyam	History	Indian Culture or any one of the advance languages
VII	**Vocational Area Miscellaneous**		
1.	Photography	Physics	Chemistry
2.	Tourist Guide	History	Indian Culture or any one of the advanced languages.
1.		Elements of Commerce	Economics
4	Cotton Classifier	Maths & Physics OR	Chemistry
		Elementry of Commerce and Accountancy and Physics OR	Maths
		Maths and Economics	Physics

ANNEXURE

Sl. No.	Name of the Vocational courses studied in the higher secondary course.	Name of the related subject studied in H S C	Diploma Course in which admission to be made
1	2	3	4
1	* Building Maintenance	Mathematics	Civil Engineerin
2.	Soil Conservation & Rural Construction Technology	Mathematics	Civil Engineering
3.	Draughtsman (Civil)	Mathematics	Civil Engineering
4	* Electrical Domestic Appliances Repairs & Maintenance	Mathematics	Elecl Engineering
5.	* Electrical Motor Winding	Mathematics	Elecl Engineering
6.	* Domestic Electronic Equipment (Project equipment Servicing & Maintenance	Physics	Electronics
7	* Radio and Television Maintenance & repair	Physics	Electronics
8.	Farm Mechanics & Post Harvest Technology	Mathematics	Mechanical Engg.

* Vocational Courses that are already in the list of vocational courses of higher secondary board.

1	2	3	4
9. *	General Machinist	Mathematics	Mechanical Engg.
10	Auto Mechanic	Mathematics	Mechanical Engg
11.	Repairs & Maintenance of two wheelers	Mathematics	Mechanical Engg
12.	Tractor Repair & Maintenance	Mathematics	Mechanical Engg.
13	Diesel Mechanic	Mathematics	Mechanical Engg.
14	Horology	Mathematics	Mechanical Engg
15.	Draftsman (Mechanical)	Mathematics	Mechanical Engg
16.	Repair & Maintenance of Refrigeration & Air Condition-ing equipment	Mathematics	Mechanical Engg
17.	Sheet Metal Works	Mathematics	Mechanical Engg.
18.	Foundry	Mathematics	Mechanical Engg.
19	Welding	Mathematics	Mechanical Engg.
20.	Fitting	Mathematics	Mechanical Engg.
21.	Metal Finishing	Mathematics	Mechanical Engg

Higher Secondary Education . March 1980
Vocational Group Results

Group	Group Title	Nos. of candidates	
		Appeared	Passed
1	2	3	4
701	Agricultural Chemicals	219	115
702	Agro-based Industries	47	4
703	Crop Production	979	486
704	Dairying	164	69
705	Floriculture and Medicinal Plants	6	5
706	Farm Mechanics and Post Harvest Technology	29	17
707	Poultry	68	26
708	Plant Protection	360	144
709	Sericulture and Apiculture	210	60
711	Small Farm Management	502	233
712	Spices and Plantation Crops	50	40
713	Vegetables and Fruits	289	137
719	Child Care and Nutrition (Chemistry)	280	114
720	Child Care and Nutrition (Home Science)	101	62
721	Designing, Dyeing and Printing (Chemistry)	8	4

1	2	3	4
724	Dress Designing and Making (Chemistry)	321	141
725	Dress Dessigning and Making (Home Science)	441	256
726	Dietetics, Nutrition and Food preparation	274	152
727	Food Preservation (Chemistry-Biology)	202	82
728	Food Preservation (Chemistry-Mathematics)	8	4
731	Textile and Designs (Chemistry)	18	12
735	Accountancy and Auditing (Economic)	3265	2905
736	Banking Assistant (Commerce)	1194	900
737	Business Management Scale Industries	265	217
738	Co-operative Management	351	194
740	International Trade	19	18
742	Marketing and Sale nanship	209	126
743	Office Secretaryship Management (with Shorthand)	2061	1618
744	Office Secretaryship (with Accountancy)	3547	2509
745	Accountancy and Auditing (Commerce)	50	29
746	Banking Assistant (Accountancy)	19	3
747	Building Maintenance	26	17
748	Domestic Electronic and Projection Equipment	66	28
749	Radio and TV Maintenance & Repairs	190	134
750	Textile Technology	124	31

1	2	3	4
751	Leather Technology	39	21
752	Textile Technology	39	23
758	Hospital House-keeping	68	45
759	Medical Laboratory Assistant (Physics)	26	9
760	Medical Laboratory Assistant (Chemistry)	189	90
761	Nursing Course (Physics)	110	70
762	Nursing Course (Chemistry)	1245	698
770	Fisheries	27	6
773	Electrical Domestic Appliances	1717	760
774	Electrical Motor Rewinding	1537	556
775	General Machinist	3075	1637
776	Maintenance and Servicing Textile Machinery	86	79
777	Electrical Motor Rewinding	16	4
784	Photography	13	6
785	Music (Home Science)	20	19
786	Music (Ethics and Indian Culture)	13	11
787	Music (Advanced Languages)	15	11

Higher Secondary Schools in Tamil Nadu as on 1-12-81

Year	Total No of Schools Ungraded	Government			Corportion			Aided			Metric			Anglo-Indians			Technical Higher Sec Schools	Total		
		B	G	T	B	G	T	B	G	T	B	G	T	B	G	T		B	G	T
1978-79	912	379	34	413	35	16	51	295	111	406	9	7	16	16	10	26	—	734	178	912
1979-80	182	454	43	497	35	18	53	347	133	'30	17	13	30	16	10	26	14	883	317	1100
1980-81	162	523	62	586	35	22	57	387	156	543	21	10	31	16	10	26	14	996	261	1257
1981-82	105	577	77	654	36	24	60	412	161	57	25	10	35	16	10	26	14	1080	282	1362

STUDENTS STRENGTH IN VOCATIONAL COURSES IN TAMIL NADU

Vocational Subject :	1980-81	1981-82		
	Total (Boys & Girls)	Boys	Girls	Total
I Agriculture				
Agricultural Chemicals	137	87	—	87
Agro Based Industries	62	66	4	70
Crop Production	1833	1870	16	1886
Dairying	211	166	—	166
Poultry	82	33	—	33
Fisheries	61	83	—	83
Farm Mechanics	184	83	—	82
Plant Protection	906	275	3	978
Sericulture and Agriculture	249	140	12	152
Small Farm Management	769	412	—	412
Spices and Plantation Crops	69	69	—	69
Vegetables and Fruits	531	578	—	578
Floriculture and Medicinal Plants				
II. Home Science				
Catering	16	—	—	—
Child Care and Nutrition	612	10	533	543
Designing and Dyeing	44	—	—	—
Dietetics Nutrition and Food Preparation	343	22	259	281

1	2	3	4	5
Food Preservantion	341	—	253	253
Textiles and Designs	—			—
III. Commerce and Business				
Accountancy and Auditing	11879	9903	3846	13749
Banking Assistant	3099	1736	1470	3206
Office Secretaryship	11990	8063	5627	13690
Co-operative Management	578	398	59	397
International Trade	28	-	12	12

	1980-81	1981-82		
	Total (Boys & Girls)	Boys	Girls	Total
Material Management	197	—	—	-
Marketing and Salesmanship	268	140	97	237
Business management for small Scale Industries	554	364	7	311
IV Engineering and Technology				
Building Maintenance	176	189	4	143
Domestic Electronic	327	252	-	252
Equipment Electrical Domestic Appliances	3585	4334	11	4345
Electrical Motor Rewinding	2991	2983	-	2983
General Machinist	7234	5770	17	5787
Radio and T.V	504	503	45	548
Textile Technology	216	208	—	208
Leather Technology	135	76	-	76
Textile Machinery	200	136	-	136
Foundary Technology	48	36	—	36
Printing Technology	22	—	9	9

V. Health

1	2	3	4	5
Dental Hygienist	5		—	—
Hospital House Keeping	89	36	28	64
Medical Lab Assistant	410	202	181	383
Nursing	4152	71	3702	3773
Opthalmic Technician	-	18	8	26
VI Miscellaneous				
Photography	37	19	—	19
Tourist Guide	22	28	—	28
Music	67	—	45	45
Advocate Assistant	7	19	—	19
Bharata Natyam	—	—	52	32

ANNEXURE II

Higher Secondary Examination-March 1980

Scheme of Examination--General Education

	Subject	Hours	Maximum marks	
Part I	Tamil or other language			
	Paper I	3	100	200
	Paper II	3	100	
Part II	English			
	Paper I	3	100	200
	Paper II	3	100	
Part III	Subject 1	3		200
	Subject 2	3		200
	Subject 3	3		200
	Subject 4	3		200
			Total	1200

Note : For subjects, where practical is compulsory, viz., Physics, Chemistry, Biology, Botany Zoology, etc. the Theory papers shall be for a maximum of 150 marks for three hours and the Practical

for three hours for 50 marks (20) for internal assessment and 30 for external assessment as detailed below.

	Hours	Sessional marks	Record Book	External exam marks	Total marks
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Written (one Paper	3	-	—	150	150
Practical	3	15	5	30	50
				Total	200

II Vocational Courses

Candidates Offering one Related Subject

Subject	Hours	Maximum marks
Part I Tamil or other languages		
Paper I	3	100
Paper II	3	100
Part II English		Same as for
Paper I	3	100 General
Paper II	3	100 Education
Part III (A) Related subject common with General Education	3	200
Vocational Subjects		
Theory-paper I	3	100
Practical	3	100
Theory-Paper II	3	100
Practical	3	100
Theory-Paper III	3	100
Practical	3	100
	Total	1200

Note : 1 For Practicals under Vocational courses, 50 marks will be assigned for internal assessment and 50 marks for external assessment

2 Wherever considered necessary there may be two Theory papers for a maximum of 100 marks each

3 Wherever considered necessary there may be one Theory paper for a maximum of 200 marks and two practicals for practical between the Internal Assessment and External Examination shall be on 50 150 basis Candidates offering one related subject and also studying one more subject under Part III-Group 'A' as per the Syllabus (i e , two subjects under Group 'A')

Subject	Hours	Maximum marks	
Part I Tamil or other languages			
Paper I		100)	Same
Paper II	3	100)	as
Paper II English			for
Paper I	3	100)	General
Paper II	3	100)	Education
Part III (A) Related Subject I	3	200)	
Additional Related Subject II	3	200)	
Vocational subjects			
Theory-Paper I	3	100	
Practical	3	100	
Theory Paper II	3	100	
Practical	3	100	
	Total	1200	

Note 1 For Practicals under Vocational Courses, 50 marks will be assigned for internal assessment and 50 marks for external assessment

2 Practical Examination in Sciences and Vocational Courses will be set by external examiners taking into account the facilities available in the institutions.

3 Wherever considered necessary there may be one Theory Paper for a maximum of 200 marks. The division of marks for practical between Internal Assessment and External Examination shall be on 50 : 150 basis

A maximum of 200 marks has been suggested for each lanuage and subject to facilitate easy computerisation of results

APPENDIX—IV

Report on Introduction of Vocational Courses in H S Schools of Tripura

Introduction

Tripura its area population and economy

Tripura a small state in the north eastern India with an area of 10,477 square kilometres and a population of 20 5 lakhs is covered mostly by pictures que hills and dense forests There are three districts sub-divided into seventeen blocks in Tripura populated by the displaced persons from the eistwhile East-Pakistan (now-Bangladesh) and tribal people (29 %) Tripura is one of most economically backward states in India The people of Tripura are rural in character and the economy is agrarian in nature

Present system of school education in Tripura.

School Education in Tripura is divided into two major stages which are further divided into four sub-stages as shown below :—

Table I

1 **Elementary education**		
(a) Primary (I to V)	Age group 6 to 11	5yrs
(b) Middle (VI to VIII)	11 to 14	3yrs
2. **Secondary**		
(c) Secondary (IX to X)	Age group 14 to 16	2yrs.
(d) Higher Secondary (XI to XII)	16 to 18	2yrs.

Two public examinations are held one at the end of Class X and the other at the end of Class XII.

Table No. 2

Some statistics about school education in Tripura as on 31 3 1981

Number of Schools students etc as on 31.3.1981 provisional.

Sl No	Types of Schools	Number of Schools	Number of teachers	Age Group	Enrolment Number	Ratio
1	Primary (I to V)	1622	4538	2,77 000 6-11 yrs	2,78,388 (I–V)	97%
2	Sr Basic (Middle) School (I to VIII)	293	3054	1,58,200 11-14 yrs	64,380 VI- VII)	
3	High School (VI to X)	135 (11)	2430	98,500 14-16 yrs	27,081 (IX–X)	
4	Higher Secondary School (VI to XII)	60	2354	92,200 16 18 yrs	10,415 (XI - XII)	

Taking preparations for Introduction of Vocational Courses at the Higher Secondary Stage : –

In pursuance of the national policy of Education based on the recommendation of the India Education Commission 1964-66, the new pattern of Education 10 + 2 stage has been introduced in the state of Tripura for secondary and Higher Secondary stages w e.f 1974 and 1976 respectively.

The Scheme of studies at the Higher Secondary Stage has been envisaged for 2 streams namely (a) general stream and (b) vocational stream. Vocational stream courses have been conceived to be vocation oriented mostly as a terminal study for larger number of pupils with the idea that after successful completion of the vocational courses, pupil can choose to enter into vocation to earn their livelihood either through employment or self-employment opportunities. So far Tripura has introduced

only general stream courses in different Higher Secondary Schools as shown below.

Table No 3

Number of High, Higher Secondary Schools showing courses taught as on 8 9.1980

Sl No	District	Number of H S *** Schools			Courses taught		
		Govt	Non Govt	Total	Arts	Commerce	Science
1.	West Tripura	27	12	39*	38	20	16
2	North Tripura	13	4	17	17	4	7
3	South Tripura	13	3	16	16	7	7
		53	19	72	71	31	30

During 1981, 6425 students appeared at the Higher Secondary Examination out of whom 3880 students passed. Most of these students passing Higher Secondary Examination every year go to pursue higher studies in the degree colleges as shown below

* Including Central School.

Table No 4

Degree Colleges districtwise with numberof students studying different courses as on March, 1980

District	Number of Degree colleges	Coursewise Number of students: Arts	Commerce	Science	Remarks
West District	[illegible]	1694	492	401	
North District	2	387	Nil	28	
South District	2	300	Nil	Nil	
		2381	492	429	

After completion of degree courses most of the young people with degree in arts commerce subjects will increase the number of unemployed educated persons. The enormity of the problem of educated unemployed persons may be guessed from the table below.

Table No 5

Number of registered unemployed persons and persons placed annually

Sl No	Categories of persons	Number of persons					
		1979		1980		upto July, 81	
		Unemployed	Placed in employment	Unemployed	Placed in employment	Unemployed	Placed in employment
1.	Below Madhyamik (Matriculation)	36000	4500	42582	2200	45600	1230
2	Madhyamik passed and above	24000	6300	28000	2900	30500	2100
		60000	10,000	70,582	5100	76 100	3330

Small state of Tripura with poor resources faces the most difficult problem of unemployment which is becoming acuter year to year on account of the present system of school education offering no scope of pursuing vocational courses to the young learners In the year 1981 out of 12536 who appeared at the Madhyamik Examination 6,826 students passed Most of the students rushed to seek admission into the general stream courses taught by the H. S. School as there is little scope of admission into vocational courses in Tripura At present there is only 1 Polytechnic Institute for teaching three diploma courses Civil, Mechanical and Electrical The seats in this polytechnic Institute are very limited and only 100 students could be admitted this year out of 600 who sought admission In the only Industrial Training Institute of Tripura there are arrangements for offering 2 years courses in the following courses with the annual intake capacity of 122.

Course	Intake capacity	Duration of course	Minimum Qualification
1 Draftmanship	16	2 years	H S passsed with Science
2 Electrician	32	- do -	- do -
3 Surveyor	16	- do -	- do -
4 Radio and tele vision repairs	16	- do -	- do -
5 Shorthand	32	- do -	Madhyamic Passed

These courses are very popular In 1981 two thousand students applied for admission out of 2000 students only 132 could be admitted On the basis of the above it may be said that in some selected Higher Secondary Schools of West Tripura where banking services, industrial concerns, offices private enterprises etc are gradually developing following courses may be introduced to give scope to students for pursuing 2 yrs vocational courses having good employment potentiality as well as scope of self employment (1) Type-writing 2) Shorthand (3) Draftsmanship (4) Survey (5) Electrical technician 6) Electronics Naturally for want of scope the students rush to H S Schools teaching only general stream course knowing fully well that completion of Higher Secondary Courses in the general stream would be of little help to them so far as earning of livlihood by securing employment or by self employment is concerned Individual pupils as well as guardians are miserably helpless in so far as the remoulding of the educational system of the country with a view to enhancing the employment potentialities of the youth through need based education of the younger generation is concerned

The state of Tripura has accepted the national policy of introducing vocational courses at the H.S stage With a view to drawing up a well thought plan to introduce the most useful vocational courses in the selected H S Schools of Tripura a vocational survey in the West District of Tripura was conducted in the year 1978 West Tripura is the biggest

(I) Health

(i) Health visitors training

(ii) Pharmacy

(iii) Nursing Mid-wifery etc.

As it had been explained earlier, student enrolment in each course should be decided only after ascertaining the exact manpower requirement in different sectors in the sixth five year plan period

The report of the preliminary survey conducted in 1978 is under examination of the government which is yet to decide the number and type of vocational courses to be introduced during the sixth five year plan in some selected H S Schools situated in the rural and urban areas

Live stock

So far as the live stock position of the district is concerned total number of male animals, draught animals, poultry birds—peto are shown in the following tables.

Table No 8

Live Stock (1972, 1977)

Livestock	1972	1977	No Change
1. Milch Animals			
(a) Cows	1,70,880	1,74,956	4,079
(b) Buffaloes	7,721	14,319	6,598
Total .	1 78 601	1 89,275	10,674
2 Draught Animals			
(a) Cows	-	—	—
(b) Bull /Bullocks	2,38,337	2,38,337	—
(c) Buffaloes	—	7,451	7,451
Total	2,38,337	2 45,788	7,451
3. Sheep	1,354	2,894	1,540
4. Goats	1,47,058	1 98,6 4	51,576
5 Pigs	44,0054	44,96[illegible]	909
6 Poultry Birds	5 17 664	5,21,244	3,580

Fisheries

Fisheries can be developed in the State which will result in economic growth and prosperity of people and will to a great extent solve the problem of unemployment

On the basis of the findings of the survey, it may be stated that agricultural and allied subjects will be the suitable vocational courses at +2 stage But it is very difficult to ascertain the number of persons who may get self employment opportunities after coming out from such vocational schools Because, self employment is subject to many factors, mainly finance

Above all vocational opportunities will have to be created by radical reorganisation of the entire planning machinery to utilize the available resources to the maximum possible extent The government may adopt the following measure to create vocational opportunities during the sixth five year plan period :

(a) Land reclamation and utilization by introducing power tiller and other scientific farm machineries

(b) By introducing scientific irrigation method.

(c) Starting agro based industries, mainly fruit canning centre in rural areas

(d) Opening seed treating and mixing centre

(e) Providing improved quality of seeds and fertilisers, insecticides and weedicides at subsidised rate

(f) Simplification of granting loans.

(g) Installing storage houses in rural areas

(h) Arranging quality milch animals in rural areas for running dairies

(i) Arranging to supply quality poultry birds

(j) Arranging hatching of eggs free of cost in rural areas.

(k) Supplying quality pigs for piggery

(l) Supplying fodder and poultry feed at subsidised rate

(m) Free vaccination and treatment of livestock

(n) Locating markets for the sale of the production

(o) Improving transport facilities

APPFNDIX V

एन० सी० ई० आर० टी० के पत्र के प्रस्तर-4 में उल्लिखित रिपोर्ट वाराणसी, आगरा, बरेली तथा उन्नाव जनपदों में कृत कार्यवाही एवं प्रस्तावित कार्यवाही यथालिखित है।

प्रस्तर 4 (अ) योजना के कार्यान्वयन के लिए प्रशासनिक व्यवस्था

शासनादेश दिनांक 11-11-1980 द्वारा चार जनपदों में निम्न अधिकारी/कर्मचारी नियुक्त करने की व्यवस्था की गई है :—

1.	जिला व्यावसायिक शिक्षा अधिकारी स्वीकृत पद	4
2.	सांख्यकीय सहायक	4
3.	टंकक लिपिक	4
4.	अर्दली चपरासी	4
	योग :—	16

(ब) आय-व्ययक में वर्तमान समय में केवल स्वीकृत पदों के संचालन हेतु धन का प्राविधान कर दिया गया है। इस वर्ष की आवश्यकतानुसार प्रासंगिक व्यय का भी प्राविधान किया गया है।

(स) वर्तमान समय में जनपदों में सर्वेक्षण का कार्य हो रहा है। सर्वेक्षण कार्य समाप्त होने पर कार्य सम्पादन का पूर्ण विवरण दिया जाना सम्भव होगा।

(द) (1) जिला व्यावसायिक शिक्षा अधिकारियों का आवश्यक प्रशिक्षण एन०सी०ई०आर०टी० के तत्वावधान में दिया जा चुका है। अन्य अधिकारियों का प्रशिक्षण सर्वेक्षण के उपरान्त योजना की स्वीकृति के अनन्तर किया जायेगा।

(2) योजना में अभी उक्त खण्ड के स्टाफ ही है। वे जिले के उद्योग

district in Tripura, inhabitated by 7,51,605 people as per 1971 census. As 1971 census, the density and distribution of population of Tripura and the West Tripura District have been showing below

Table No 6

Density of population and distribution of population by sex and rural urban area in the West District

Density of Population	Rural Male	Rural Female	Urban Male	Urban Female	Total Male	Total Female
226.1	3,29,723	3,12,280	56,571	53,031	3,86,294	3,65,311
Percentage to total of Distt	43.87	41.55	7.53	7.05	51.3	48.7
				Grand Total :	7,51,605	
			Percentage to total of Distt		100	

Economic classification of the working population of the district as per 1971 Census is given in that table No 7 (Annexure-A) Analysis of the table would reflect the agrarian nature of economy of the district and also of its industrial backwardness. The agrarian nature of economy of the district has resulted in a greater emphasis on increasing products of rice with wheat, pulses, jute etc. Agriculture is being commercialised with the introduction of high yielding variety programme.

Forest Resources

First appears to be the second principal natural resources. West Tripura District gives about one third of the total forest product of the state. Major various products are timbered wood, round wood, fire wood rubber, bamboo thatch etc

Table No. 7

Annexure—'A'

Economic classification of working population (1971)

Industrial Activity	Sadar		[illegible]		Sirmaur		Total		Grand Total	Percentage of total No of workers
	Rural	Urban	Rural	Urban	Rural	Urban	Urban	Urban		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I Cultivators	50,596	413	[illegible]	[illegible]	[illegible]	—	[illegible]	636	98,313	48 9
II. Agricultural Labourers	20,807	[illegible]	[illegible]	21	[illegible]	—	[illegible]	569	37,224	18 6
III Live stock, Forestry, Fishing Hunting, Plantation etc	2,178	142	413	14	[illegible]	—	3,145	156	3,301	1 6
IV Mining	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
V Manufacturing, Processing, Repairing etc	4,517	2,599	1 0 6	204	861	—	6,384	2,903	9,187	4 6
VI. Construction	817	791	125	26	.6	—	988	817	1 805	0 9

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
VII. Trade & Commerce	5,978	5,250	2,069	727	928	—	8,985	5,977	14,962	7.4
VIII Transport, storage & Communication	1,587	1,817	364	81	212	—	2,163	1,898	4,061	2.0
IX Other services (in EC)	12,458	12,826	[illegible]765	1,050	1,844	—	18,067	13,876	31,940	16.0
Total No of workers (I-IX)	98,938	24,38	48,547	2,346	26,679	—	1,74,164	26,732	2,00,896	100.0
Total No of non-workers	2,73,527	75,878	1,20,114	6,992	74,198	—	4,67,839	82,870	5,50,709	—
Total population	3,72,465	1,00,26	1,68,661	9,338	1,00,877	—	6,42,003	1,09,602	7,51,605	—
Percentage of workers to total Population	26.6	24.3	28.8	25.1	26.4	—	27.2	24.4	26.7	—

N.B. Categories of non-workers (e.g. children, student etc.) of the district are not available

Source Population census 1971

(p) Extensive plantation of rubber and starting rubber processing centres

(q) Expanding sericulture and silk industry

(r) Opening primary health centre and pharmacies in remote rural areas.

(s) Scientific inland fisheries

If the aforesaid requir ements are fulfilled following vocational courses may be introduced in the sixth five year plan period in a few rural Higher Secondary Schools.

(a) Agriculture —(i) Soil conservation

(ii) Operation, maintenance and repair of farm machineries

(iii) Plant protection

(iv) Storage

(v) Seed treating and mixing

(vi) Fruit and vegetable preservation

(b) Animal Husbandary and Dairying :

(i) Farm breeding

(ii) Fodder cultivation

(iii) Dairy technology

(c) Industry :

(i) Sericulture—Mulbury cultivation, silk reeling and weaving

(d) Fishery :

(i) Water Conservation

(ii) Spear breeding

(e) Forestry :

(i) Water Conservation

(ii) Rubber processing

(iii) Timber seasoning

Books, Furniture etc. since the introduction of the course. Majority of the students who passed out, could not secure employment. A number of them joined the 'bridge course' which has designed to enable them to return to the general stream. Thus there has been a confusion of the programme and the very purpose for which the vocational courses were introduced, has been defeated.

Problems And Difficulties

The vocational education is gradually losing its popularity. This is due to the fact that the students are facing problems and difficulties while reading Vocational Courses. In this regard, the report of the National Council of Educational Research and Training team which made an on-the-spot critical study in 1979, of the Higher Secondary vocational programme in West Bengal, is an important and useful document. Some of the problems and difficulties encountered in implementing the scheme can be cited as follows :

(1) The Vocational Course has been designed in such a way that students might get opportunity to switch over to the general stream through 'bridge course' system. In providing this opportunity, only 30% of the instructional time has been allotted for practical training in a vocation which is definitely inadequate to equip the students with skill and competent.

(2) The quality of instructional staff in most of the schools has also been poor. Though in the present staff pattern, full-time teachers have been recommended to teach vocational subjects sufficiently qualified teachers are generally not available. Further, no arrangement has been made for training of vocational instructors.

(3) Though the West Bengal Higher Secondary Council made some manpower survey while selecting and introducing the vocational courses, such district-wise occupational survey could not be done in detail as the course was introduced in a hurry.

(4) Suitable job opportunity could be created and the students do not get any incentive from any quarter. Though in recent years some

6—अनुसूची   6.—जनपद के 170 शैक्षिक संस्थाओं (इण्टर कालेज, हाई स्कूल, पालीटेक्निक्स औद्योगिक प्रशिक्षण संस्थायें, नार्मल विद्यालय एवं वाणिज्य विद्यालयों) को भेजे गये जिनमें 81 की सूचना प्राप्त हो पाई है।

नोट :—उक्त के सन्दर्भ में जो सूचनायें प्राप्त भी हुई है वह अपूर्ण एवं अशुद्ध है।

कार्य मे प्रगति की दिशा

यह कि जनपदीय व्यावसायिक सर्वेक्षण का कार्य इतना वृहद है कि जनपद के हर इकाई (राजकीय/अराजकीय) कार्यालय एवं संस्थाओं से सम्पर्क स्थापित करने, गाईड करने एवं सूचना संकलित करने के लिए जीप की व्यवस्था एवं पैट्रोल, टंकण मशीन, साइकिल आदि की व्यवस्था न होने से प्रगति में अवरोध उत्पन्न होता है।

उक्त के अभाव में जनपद के एक या दो से सम्पर्क स्थापित ही कर पाते है इससे कार्य में प्रगति नहीं लाई जा सकती है यदि जीप गाड़ी के लिए पेट्रोल आदि की व्यवस्था हो जाय तो कार्य सुगमता से हो पायेगा।

2-जनपदों में स्थानीय सर्वे पार्टी बनाने पर विचार किया जाय जो सूचना संकलित करे साथ ही योजना के कार्यान्वयन के लिए प्रस्तावित निदेश की समय सारिणी एवं विद्यालय की रूपरेखा निर्धारित करे।

APPENDIX VI

PROGRESS OF VOCATIONAL EDUCATION AT THE PLUS TWO STAGE IN WEST BENGAL

The Seminar on vocationalization of education which has been arranged by National Council of Educational Research and Training will discuss the following matters, as mentioned in the Background paper VEU/NS/81/III.

a) to share experiences of the implementation of the vocationaliza-tion of eduaction programme particularly with a view to identify the problems that have been encountered

b) to develop guidelines and a plan of operation for the implemen-tation of the programme, and

c) to consider ways and means of the training of teachers for vocational courses

In West Bengal, the State Government has recently decided to confer the responsibility with the Director of Technical Education, West Bengal, to review the progress of the vocationalization scheme in the state, to ascertain the problems and difficulties encountered in implementing the scheme and to chalk out some future plans so that the vocational courses might be more attractive and will draw large number of qualified students, thereby releasing the pressure on higher education Based on the investigations submitted by the Director of Technical Education, West Bengal, and the information collected from the West Bengal Council for Higher Secondary Education, detail report has been prepared regarding vocationalization of higher secondary education. The

in selected areas chosen after man-power survey It is felt that graduates with special training in such courses will be more employable

Conclusion

An attempt has been made above to bring out the importance, need and prospect of vocational education and the difficulties faced during implementation of vocationalization scheme Some suggestions have also been submitted regarding organisation of vocational educational programme It is felt that vocational courses can be organised properly if vocationaly trained persons get employment and if there are opportunities for further training and promotions, the attitude of the guardians and students towards vocational education will definitely change A time may come when it will be possible to channelise 50% of the students into vocational stream in their +2 Higher Secondary stage Vocationalization of Education is considered to be the only remedy for the ill effects of the existing pattern of education

अधिकारी, विकास खण्डो अधिकारी जिला कृषि अधिकारी, प्राचार्य, हाई स्कूल, इन्टर कालेज दीक्षा विद्यालय एव आई०टी० आई० एव जनपदीय विभागाध्यक्ष सामान्य प्रबन्धक उद्योग, कृषि सस्थान तथा लघु एव बडे उद्योग आदि मे व्यक्तिगत सम्पर्क कर निर्धारित प्रपत्रो की पूर्ति मे व्यस्त है।

(ब) सर्वेक्षण समाप्त होने पर ही प्रस्तावित विषय का सख्या तथा पाठ्यक्रम नियमित करना सम्भव होगा।

जनपदीय सर्वेक्षण के कार्यो का सम्पादन
एव प्रगति आख्या का विवरण :—

(वाराणसी, आगरा, बरेली तथा उन्नाव)

उत्तर प्रदेश मे माध्यमिक शिक्षा के व्यावसायीकरण के सन्दर्भ म जनपदीय सर्वेक्षण हेतु राष्ट्रीय शैक्षिक अनुसधान एव प्रशिक्षण परिषद् नई दिल्ली द्वारा तैयार किये गये प्रपत्रो पर जनपदीय सर्वेक्षण का कार्य कि प्रगति अधोलिखित है —

1 - अनुसूची :—1 —कृषि के अतिरिक्त 117 औद्योगिक प्रतिष्ठाना के उद्योगो के नियोजको प्रबन्धको को सूचना भर कर देने हेतु भेजे गये जिनमे से अब तक 12 स्थानो की सूचना प्राप्त हो पाई है।

2—अनुसूची .—2 :—उन प्रबन्धको/नियोजनो को जो व्यावसाय प्रारम्भ कराना चाहते है इसे 19 आवश्यकता को जिला उद्योग अधिकारियो को परामर्श हेतु भेजे गए, मात्र 2 नियोजको की सूचना प्राप्त हो पाई है।

3—अनुसूची :—3 :—जनपदो के 69 सुविज्ञ व्यक्तियो को भेजी गई जो 10+2 पर व्यावसायिक शिक्षा प्रारम्भ करने मे उनका समुचित परामर्श दे सकते है मात्र 4 व्यक्तियो के परामर्श प्राप्त हुए है।

4—अनुसूची :—4 :—जनपदो के 98 विभागाध्यक्षो का भेजे गए जिनमे से 15 विभागाध्यक्षो की सूचना प्राप्त हुए है।

5—अनुसूची : —5 :—जनपदो के 71 विकास खण्डो के अधिकारियो को भेजे गये अभी 26 विकास खण्ड अधिकारी की सूचना प्राप्त हुई है।

arrangements have been made for the vertical mobility of the successful students but the change is very little There is no follow up courses for further intensive study to specialise in a particular vocative line and no binding from any authority for appointment of successful candidates in firms or companies both public and private

(5) Another factor probably seems to be our half-hearted attitude to vocational education It is sometimes said that vocational education is inferior to general education and is meant for students of poor merit and drop-outs. A graduate, even being unemployed, enjoys a better social status as compared to a vocationally trained person as the former has better mobility and hence chance of employment and promotion

Some Suggestios for Future Plan

Careful planning and preparation is required to organise the vocational education programme successfully The following suggestions have been made by the Director of Technical Education in his report for the successful implementation of the scheme of vocationalization of education.

(1) Establishment of a separate Directorate and a Council for Vocational Education The New Directorate may have to attend to matters relating to (a) Establishmnt, Budget & Accounts, (b) Inspection Planning and Development and (c) Training and placement of students For examination matters there should be a separate Statutory Board There should also be a "State Council for Vocational Education", whose main function will be to establish co-ordination between Government Departments, public undertakings and private organisations for successful implementation of vocational programmes including training and placement of students

(2) Manpower Assessment

The essential pre-requisite for planning of vocational course is the detailed assessmment of the requirement of vocational personnel in different occupations and also determinations of nature and level of training required for different vocations

(3) Organisation of Vocational High Schools

Instead of implementing vocational courses in general schools, a few separate schools are to be organised for vocational courses. These schools should be [illegible] centres which will turn out students with good skill and competence.

(4) Design of Vocational Courses

On the basis of vocational man-power survey, vocational courses should be organised only in a few vocations where job potentiality is high. The courses should be designed in such a manner that the students may attain the appropriate skill and competence in a vocation, which will enable them either to secure jobs or be self-employed. There should also be opportunities for advanced level training in respective vocations to ensure vertical mobility.

(5) Arrangement of Training of Vocational Teachers

Vocational teachers require special training for development of necessary skill and motivation for imparting instruction in Vocational Courses. For this purpose, it is essential to establish Teachers Training Institutes.

(6) Training and Placement of Vocational Students

For success of vocational education programme it is essential to make arrangement for training and placement of vocational students after completion of the course. In order to ensure employment of vocational students, it is necessary that various employment concerns are persuaded to incorporate appropriate provisions in recruitment rules so that the vocational students get preference.

(7) Involvement of Employing Agencies

Involvement and participation of employing agencies in the vocational education programme is very important. They should be involved in all stages in identifying the courses, in designing, in planning and running of the schools and finally in training and placement of vocational students.

(8) Organisation of Vocational Courses at Degree Level

Some vocation-oriented courses should be introduced at degree-level

report is enclosed herewith for the perusal of the Vocationalization of Education Unit of the National Council of Educational Research and Training

Report of the Vocationalization of Education Programme in West Bengal

Introduction

In line with the recommendation of the Kothari Commission (1964-66), the scheme of studies at the 2 year Higher Secondary stage in West Bengal has been envisaged for two streams viz. (1) general or academic stream—preparing students for higher education, (2) vocational-oriented mostly as a terminal study for a large number of pupils with the idea that after successful completion of the course, they can enter a vocation of their choice to earn their livelihood either through employment or through self-employment opportunities This diversification is essential otherwise there will be a danger of producing a large number of unemployed graduates in the academic courses

Progress And The Present Position

Some recent data showing the number of institutions introducing vocational courses year-wise and urban rural distribution, number of courses introduced, number of students appeared in the final examination course and year-wise with boys/girls distribution and number of students passed have been given in the Annexure

From the statements shown in the Annexure it can be seen that during 1976-77 the West Bengal Council for Higher Secondary Education, after conducting a preliminary manpower survey, introduced vocational courses at the plus two stage in 99 schools, distributed uniformly in urban and rural areas Vocational Courses were started with five areas of study namely, Agriculture, Technical, Trade and Commerce, Industry (Textile) and Para Medical With time, however, several institutions have been closed due to lack of minimum enrolment and lack of enthusiasm among the students At present only 52 institutions exist with total regular enrolment of 1812 students The picture is definitely not encouraging, though Government grants were sanctioned to these institutions for the purchase of Scientific equipment,

ANNEXURE

West Bengal Council of Higher Secondary Education
Vocationalization of Education Programme

Number of institutions introducing Vocational Courses year-wise of Urban/Rural distribution

Year	Agri		Industry		Technical		Para-Medical		Trade & Com		Total	
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R
1976	9	15	3	2	8	23	4	5	16	8	40	53
1977	—	1	—	1	—	1	1	—	1	1 --	2	4
											47	57 -- 99
1978	No introduction of Vocational Courses after 1977											

Position after drop-out upto 1981

	Agri		Industry		Technical		Para-Medical		Trade & Com		Total		G Total
	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	U	R	
1978	9	14	—	3	3	22	—	4	17	7	29	50	79
1979	9	14	—	2	2	21	—	3	12	7	23	47	70
1980	9	14	—	—	1	21	—	1	4	7	14	43	57
1981	9	14	—	—	1	21	—	—	—	7	10	42	52

Higher Secondary Examination, 1976 in Vocational Stream Courses

Area	Male		Female	
	Enrolled	Passed	Enrolled	Passed
Tech.	703	310	—	—
Agri	579	461	16	13
T & C	310	219	40	32
P Med	135	126	23	21
Ind	20	9	7	1

Higher Secondary Examination, 1979 in Vocational Stream Courses

Area		Enrolled	Passed	Enrolled	Passed
Tech. ·	Regular	745	192	1	—
	Continuing	36	13	—	—
	Casual	132	20	—	—
	Special	45	22	—	—
Agri :	Regular	883	591	8	3
	Continuing	8	3	—	—
	Casual	19	5	—	—
	Special	49	40	—	—
T&C. :	Regular	129	93	27	26
	Continuing	22	17	1	—
	Casual	20	14	—	—
	Special	16	13	5	4

Highe Secondary Education 1980 in Vocational Stream Courses

Area.		Male		Female	
		Enrolled	Passed	Enrolled	Passed
	Regular	542	155	1	--
	Continuing	240	56	1	
	Special	254	143	—	-
Agri	Regular	784	411	4	2
	Continuing	132	35	--	—
	Special	65	47	—	—
T&C.	Regular	56	38	34	32
	Continuing	4	2	—	—
	Special	31	15	2	—
P Med :	Regular	36	12	—	--
	Continuing	36	3	3	2
	Special	13	12	1	1

1981

Area.		Male		Female	
		Enrolled	Passed	Enrolled	Passed
Tech .	Regular	580	177	—	
	Continuing	214	45	1	—
	Special	212	120	1	—
Agri :	Regular	930	546	7	4
	Continuing	197	77	—	—
	Special	144	104	2	2

T&C.	Regular	192	147	40	35
	Continuing	1	—	—	—
	Special	25	19	1	1
P. Med	Regular	63	27	—	—
	Continuing	32	17	—	—
	Special	20	17	1	1
Ind	Regular	-	—	—	—
	Continuing	14	5	—	—
	Special	5	3	—	—
P Med :	Regular	127	65	8	4
	Continuing	—	—	1	—
	Casual	—	—	—	—
	Special	7	6	—	—
Ind :	Regular	28	2	—	—
	Continuing	5	—	2	—
	Casual	—	—	—	—
	Special	3	—	—	—